重庆出版社科学学术著作出版基金资助

FORENSIC ENTOMOLOGY

法医昆虫学

主编 胡 萃 副主编 闵建雄

重庆出版社

重庆出版社为振兴我国科学
学术著作出版事业，
特拨出100万元专款，
设立重庆出版社科学学术著作出版基金。
同时邀请国内21位著名科学家、专家，
组成本基金指导委员会。
这项基金专门用于资助出版具有国内
或国际先进水平的自然科学、
社会科学学术著作。
今后每年将陆续拨款，
继续资助出版优秀科学学术著作。



科技新书目 543-608
ISBN 7-5366-4948-7/Q·22
定价：48.00元



法医昆虫学

主编 胡 萃 副主编 闵建雄

重庆出版社

图书在版编目(CIP)数据

法医昆虫学/胡萃主编.—重庆:重庆出版社,2000.10
ISBN 7-5366-4948-7

Ⅰ.法… Ⅱ.胡… Ⅲ.法医学:昆虫学 Ⅳ.D919.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2000)第29823号

FAYI KUNCHONGXUE
法医昆虫学
主编:胡 萃 副主编:闵建雄

责任编辑 叶麟伟
封面设计 金乔楠
技术设计 刘忠凤

重庆出版社出版、发行
(重庆长江二路205号 邮政编码400016)
新 华 书 店 经 销
陕西安康天宝印务公司印刷

开本787mm×1092mm 1/16 印张24
字数546千字 插页6
2000年10月第1版
2000年10月第1次印刷
印数1~2000

ISBN 7-5366-4948-7/Q·22
定价:48.00元

编 著 者

（按姓氏笔画排列）

丁 宏
浙江省公安厅
杭州 310009

王江峰
浙江大学应用昆虫学研究所
杭州 310029

李俊涛
公安部物证鉴定中心
北京 100038

张志钰 （插图绘制）
浙江大学应用昆虫学研究所
杭州 310029

胡 萃 （主 编）
浙江大学应用昆虫学研究所
杭州 310029

马玉堃
浙江大学应用昆虫学研究所
杭州 310029

叶恭银
浙江大学应用昆虫学研究所
杭州 310029

闵建雄 （副主编）
公安部物证鉴定中心
北京 100038

陈 益
USDA, ARS, SPA, PSWCRL
Stillwater, OK 74075 USA

徐长苗
杭州市公安局刑事科学研究所
杭州 310004

Contributors

CHEN Yi Charlie
USDA, ARS, SPA, PSWCRL
Stillwater, OK 74075, USA

DING Hong
Department of Public Security of Zhejiang Province
Hangzhou 310009, China

HU Cui (Editor in Chief)
Institute of Applied Entomology
Zhejiang University
Hangzhou 310029, China

LI Juntao
Institute of Forensic Science
Ministry of Public Security
Beijing 100038, China

MA Yukun
Institute of Applied Entomology
Zhejiang University
Hangzhou 310029, China

MIN Jianxiong (Associate Editor)
Institute of Forensic Science
Ministry of Public Security
Beijing 100038, China

WANG Jiangfeng
Institute of Applied Entomology
Zhejiang University
Hangzhou 310029, China

XU Changmiao
Bureau of Public Security of Hangzhou City
Hangzhou 310004, China

YE Gongyin
Institute of Applied Entomology
Zhejiang University
Hangzhou 310029, China

ZHANG Zhiyu (Illustration Drawing)
Institute of Applied Entomology
Zhejiang University
Hangzhou 310029, China

内 容 提 要

法医昆虫学是一门新兴的交叉学科，它将昆虫学证据应用于司法实践,在刑事案件侦破和法庭审判中起着不可低估的作用。本书是重要的缺门专著。作者广泛收集国内外有关文献资料,同时结合自己的研究成果、培养博士生的心得体会著成。旨在抛砖引玉,引起各方重视,共同尽快建立起我国的现代法医昆虫学。全书计 12 章,系统地介绍了法医昆虫学的理论基础、研究方法及多种新技术的应用,对具有法医学意义的双翅目、鞘翅目、鳞翅目和膜翅目等昆虫的形态特征、生活习性与演替规律作了详细叙述,并列举 48 件案例说明其具体应用。内容丰富、新颖,图文并重,在实际工作中有较高的参考价值。可供昆虫学、法医学工作者,公、检、法部门技术人员以及高等院校有关专业师生阅读与使用。

前　言

1981 年，B. E. McKnight 将我国宋代宋慈(Sung Tz'u, Song Ci)(1186～1249)所著《洗冤集录》(The Washing Away of Wrongs)一书翻译成英文在美国出版。这是 700 余年来，该书流传海外共约 20 种译本中的最新译本。一接触该书，我就受到极大鼓舞，为伟大祖国光辉灿烂的古代科学文化，自然亦包括法医学的成就在内，感到无比的骄傲和自豪。紧接着，又为自己在这方面知识的贫乏，深感惭愧。中国是法医学和法医昆虫学的故乡，但至今犹未建立现代法医昆虫学，作为昆虫学工作者，不能不感到深深的遗憾和无法消除的内疚。从那时开始，我就在坚持原有研究方向不松劲的同时，着力搜集各种各样的有关文献，认真学习有关资料，虽然困难不小，但兴趣甚大，意志弥坚，步伐颇有加速的趋势。在一定积累的基础上，乃争取立题，正式开始了调查研究工作，并先后让 3 位博士生作为学位论文，按不同内容开展研究。至今，文献收集相对较丰富，调查研究已有一定结果，人才培养进展颇顺利，早期入学的 2 位博士生已先后通过答辩，成为我国最早取得法医昆虫学方向学位的博士。这些就是本书编写的基础。在本书编写中，为求全书内容简练，前后紧密衔接，不重复，笔调一致，由 1 人执笔起草，然后由多名昆虫学或法医学博士或富有实践经验的法医学专业人员分别进行修改、补充，最后由起草人统稿、定稿。经多年努力，如今总算告一段落。

回首这些年走过的历程，内心深切感谢许许多多的单位和个人。没有他们的鼓励、支持、帮助，我们无法取得进展。

在文献收集方面，要特别感谢已故著名法医昆虫学专家 E. Paul Catts 教授和目前在生态学方面已大有成就的 Kenneth Schoenly 博士，他们慷慨地赠予了大批宝贵文献。亦要感谢在国外的万兴生、鲍农纲、张方跃等博士，在国内的王进军等博士的大力帮助，费心搜集。

在调查研究方面，要特别感谢浙江省教育委员会、公安部以及国家自然科学基金委员会的先后资助。感谢公安部第二研究所、浙江省公安厅、杭州市公安局的大力支持和通力合作。亦感谢西南农业大学裴炎教授、卢晓风博士，安徽农业大学林华峰教授，福建农业大学范青海博士，等等，协助采集标本；感谢许多分类专家，特别是双翅目、鞘翅目分类专家薛万

琦、赵建铭、陈之梓、章有为、张治良等教授代为鉴定标本。

在编写方面，要特别感谢西南农业大学蒋书楠教授的热诚鼓励和大力帮助，感谢浙江大学游修龄教授在古籍方面一而再的指点。

在出版方面，要特别感谢邱式邦研究员、张广学研究员和陈子元教授这3位中国科学院院士的热诚提携和鼎力推荐。感谢重庆出版社的深切关怀和大力资助，有关编辑、校对、装帧人员的辛勤劳动和默默奉献。

我们的工作正在继续进行中，许多研究亟待深入，不少结果有待整理。我们所以不揣浅陋，贸然付梓，完全是为了抛砖引玉。国家和社会各方面都在期待着中国现代法医昆虫学的早日建立。殷切希望昆虫学界、法医学界有志于此的同行们相互帮助，共同努力，从不同角度、从各个方面做出自己的贡献。本书缺点错误在所难免，竭诚欢迎各方面的批评指正，并盼望有机会能在不久的将来予以增补、修订！

胡　萃

1999年7月1日于浙江大学应用昆虫学研究所

PREFACE

"The Washing Away of Wrongs", a book written by Sung Tz'u (Song Ci, 1186 ~ 1249) of the Song Dynasty about early Chinese forensic work, was translated from Chinese to English by B. E. McKnight. In 1981, this translation was first published in the United States of America. It represents the most recent version of the book from about 20 earlier editions in various languages.

Greatly inspired by this book, I was at first proud of our ancient heritage in the sciences, especially in forensics. At the same time, I was embarrassed by my own ignorance about forensic science. China is a large country with considerable knowledge about forensic sciences in general and particularly about forensic entomology, handed down from many of our famous ancestors. Despite this rich history, we have not established forensic entomology as a modern science. As an entomologist, I felt responsible for developing the discipline in China. I set about to gather literature related to forensic entomology, and to bring together research materials and necessary equipment. After several years of preparation and research, I received grants to support my research. Three of my students are presently working in different areas of the discipline. Two earned their doctoral degrees and became the first Ph. D. students to study forensic entomology in China. It took me several years to write the manuscript. During the writing process, I attempted to keep the contents of the book brief, concise and coherent. With reviews, revisions and input from many scholars and experts in forensic science, the manuscript was finally completed.

Writing this book while maintaining an active research program was more difficult than anticipating initially it. Fortunately, I received assistance from many agencies, my colleagues, students and friends. This work would not have been possible without their encouragement, support and help. Among those who helped, I greatly appreciate the assistance received from the world-renowned forensic entomologist Dr. E. Paul Catts and ecologist Dr. Kenneth Schoenly for providing me with many invaluable documents. Thanks also are extended to Dr. Wang Jinjun, and to overseas scholars Drs. Wan

Xingsheng, Bao Nonggang, and Zhang Fangyue for helping to search and to gather literature. Also, I want to thank the Committee of Education of Zhejiang Province, Ministry of Public Security, National Natural Science Foundation of China for providing grant support for my research. To those at the Institute of Forensic Science, Ministry of Public Security, the Department of Public Security of Zhejiang Province, and the Bureau of Public Security of Hangzhou, I am grateful for the support and help during my forensic investigations and research.

To Prof. Pei Yan and Dr. Lu Xiaofeng cf Southwest Agricultural University, Dr. Lin Huafeng of Anhui Agricultural University, and Dr. Fan Qinghai of Fujian Agricultural University, I am appreciative of help in collecting specimens. Thanks are extended to Profs. Xue Wanqi, Zhao Jianming(Chao Chien-ming), Chen Zhizi, Zhang Youwei, and Zhang Zhiliang for identifying the materials.

For critically reviewing the manuscript, I am greatly indebted to Prof. Jiang Shunan(Chiang Shunan) of Southwest Agricultural University and to Prof. You Xiulin of Zhejiang University who assisted me with ancient forensic history. I thank both for their valuable suggestions.

Three members of the National Academy of Sciences of China, Profs. Qiu Shibang, Zhang Guangxue and Chen Ziyuan, deserve special praise for their invaluable support and recommendations for publishing my book. Finally, I would also like to thank staffs of Chongqing Publishing House for their support and hard work to edit and revise the manuscript.

We continue to advance the science of forensic entomology. Over time we have accumulated results and extensive data that wait to be sorted and analyzed. Our initial work is far from perfect. This book is intended to generate more interest in the area of forensic sciences. Our nation and society are expecting to see the establishment of modern forensic entomology in China in the near future. My hope is that entomologists and forensic scientists will cooperate and help one another by contributing to our knowledge of forensic entomology. Please contribute your opinion and criticism to this book so that we can make significant improvements and corrections in future editions.

Hu Cui
Institute of Applied Entomology
Zhejiang University
July 1, 1999

重庆出版社科学学术著作
出版基金指导委员会

目　　录

CONTENTS

1 绪 论

胡 萃 闵建雄

1.1 法医昆虫学的定义和内容

法医昆虫学(forensic entomology)是应用昆虫学及其他自然科学的理论与技术,研究并解决司法实践中有关昆虫学问题的一门科学。它既隶属于法医学(forensic medicine, legal medicine),又属于昆虫学(entomology)的范畴,是两者相互渗透、结合而形成的一门新兴交叉学科。它因法律的需要而产生,并以为法律、法制服务为其最终目的。

广义的法医昆虫学包含3个方面:① 与建筑物害虫、居室害虫、庭园害虫有关的部分,邻里间因施用农药而引起的纠纷亦包括在内;② 与仓储害虫有关的部分,因商品中存在不应有的昆虫而引起的纠纷亦包括在内;③ 与谋杀、自杀、强奸、虐待等有关的部分,也即利用昆虫学知识对暴力犯罪、意外死亡等做出科学的分析判断,为侦查提供线索,为审判提供证据。以上3方面中,前两者为正确处理民事纠纷提供科学证据,均与城市昆虫学(urban entomology)关系密切;后者又称犯罪医学昆虫学(medicocriminal entomology),其基本任务是澄清事实真相,揭露罪犯,证实无辜,它是法医昆虫学的主体,一般所谓法医昆虫学即专指这一部分而言,本书讨论的也仅限于这方面的内容。

1.2 法医昆虫学的主要理论依据

根据昆虫学知识可以对尸体的死亡时间、死亡地点、死亡原因及其他事实真相进行分析判断,其理论依据的要点可列举如下:

(1) 在自然界中,昆虫不仅取食动物的尸体,而且在尸体上、尸体中不断活动,帮助了大量微生物进入尸体,加快其崩溃。在动物尸体的分解中,昆虫无疑起着极其重要的作用。对于人类尸体亦复如此。这是法医昆虫学一切工作的基础。假如昆虫与尸体无缘,人们就不可能利用昆虫来判断死亡时间、地点、原因,等等。

(2) 昆虫种类繁多,要求、反应各异,不少种类昆虫和近缘无脊椎动物常常有规律地出现于尸体上,呈现一定的演替。这种演替可以用来推断尸体的死亡时间。

(3) 昆虫到处存在,它们的感觉灵敏,活动能力强,先后会很快抵达尸体。而它们是冷血动物,生长发育速率取决于环境,根据环境温度等条件可以比较准确地计算其发育历期,从而推断死者的死亡时间。

(4) 各种昆虫都有其一定的地理分布范围和适生场所,因而尸体上的昆虫种类可为推断死亡的地点、尸体曾否被转移等提供科学依据。

(5) 昆虫的发生及其行为都有一定的规律,这些规律常能为案情判断提供重要依据。

(6) 化学药品通过食物链(food chains)而转移,甚至富集。毒物致死剂量—尸体内脏、肌肉内毒物含量—尸体上蝇类幼虫或蛹内毒物含量三者之间,存在着一定的规律,往往呈现一定的数量关系,从而可以作为判断死亡原因的重要根据。

(7) 人体寄生昆虫和螨类溺水超过某一界限必然死亡,但一定时间内出水可以复苏,这可用于溺水时间的推断。

(8) 由于人类生活的空间到处都有昆虫,假使在调查中,在一般情况下理应存在昆虫的尸体上而没有发现昆虫,显然不是正常现象,可能存在着某些人为的干扰因素。无疑,这也可以为调查提供线索。

1.3 法医昆虫学历史



图 1-1 宋慈像

关于法医昆虫学的历史,首先应该提到中国南宋的宋慈(图 1-1)。宋慈(1186~1249),字惠父,福建建阳人,故居童游里。幼年师从朱熹弟子吴稚,受朱学"格物致知"的影响颇深,重实事求是,喜追根究底。1217 年举进士,历任广东、湖南等提点刑狱官。据史料记载,宋慈任法官时,审案认真,处理慎重。对重大疑案,总要反复思考。在检验现场,自始至终监视"仵作"(尸体检验员)的操作,还常常亲自动手检验尸体,寻找现场实证。1249 年 3 月 7 日因病终于广州,享年 64 岁,归葬于福建建阳。现在建阳崇雒乡昌茂村森林中原墓葬处建有陵园。

宋慈长期从事审判工作和现场尸检工作,常向医师和老吏请教,因而积累了丰富的法医检验知识和经验。他总结前人文献,如五代的《疑狱集》,宋代的《内恕录》、《平冤录》、《折狱龟鉴》等,加以综合提炼,校勘订正,加上自己的心得,于南宋理宗淳祐五年(1245)开始编写《洗冤集录》(5 卷本),于淳祐七年(1247)完成出版。此书出版后,立即成为当时以及以后历代审判官员案头必备的参考书。《洗冤集录》总结了宋以前历代有关法医文献,是一部集大成的经典法医著作,其重要性超过宋慈以前的所有法医文献。《洗冤集录》的出版时间比欧洲第 1 部系统法医学著作(Fortunato Fedele 著,1598 年出版)要早 350 余年。该

书不仅在国内被视为官书，刊布实行，而且逐步流传国外，朝鲜、日本、法国、荷兰、德国、俄国、英国、美国等先后翻译出版。700 余年来约有 20 种译本流传海外。美国密歇根大学 1981 年出版了由 B. E. McKnight 英译的《洗冤集录》（英文书名为“The Washing Away of Wrongs: Forensic Medicine in Thirteen-Century China”），这大概是最近的译本。

在《洗冤集录》卷二之五《疑难杂说下》中有如下一段记述：“有检验被杀尸在路旁。始疑盗者杀之。及点检沿身衣物俱在，遍身镰刀砍伤十余处。验官曰：盗只欲人死取财，今物在

学工作的良好基础。

1.4 法医昆虫学现状

近20年来,法医昆虫学发展速度明显加快,并逐步趋向于成熟,表现在:

(1) 开展法医昆虫学研究与应用的国家和从事研究的人员陆续增加

目前世界上大多数发达和比较发达的国家,如美、英、法、德、俄、芬兰、丹麦、意大利、加拿大、澳大利亚、日本、马来西亚、南非等都较深入地开展了这方面的研究。其中,以美国的研究最为广泛和深入。美国现有法医昆虫学家约70人,成立有全国性学术组织,并于1990年9月召开过法医昆虫学家会议。

(2) 法医昆虫学论著大幅度增加

据统计,迄今为止已发表的有关法医昆虫学文献共有500余篇(Catts et al. 1992),其中半数以上是近20年内发表的。目前为止已有2本专著出版,一是K. G. V. Smith (1986)的《法医昆虫学手册》(A Manual of Forensic Entomology),二是E. P. Catts et al.(1990)的《昆虫学与死亡:操作指南》(Entomology and Death: A Procedural Guide)。主要的综述性文献有:B. Keh (1985)的《法医昆虫学的范围与应用》(Scope and applications of forensic entomology. Ann. Rev. Entomol.,30:137~154),B. Turner(1987)的《法医昆虫学:用昆虫对付犯罪》(Forensic entomology : insects against crime. Sci. Prog., Oxf.,71: 133~144),B. D. Turner(1991)的《法医昆虫学》(Forensic entomology. Forensic Science Progress,5:129~150), E. P. Catts 和 M. L. Goff (1992)的《犯罪调查中的法医昆虫学》(Forensic entomology in criminal investigations. Ann. Rev. Entomol.,37:253~272),以及 M. L. Goff (1993) 的《应用节肢动物发育和区系演替知识判断死后间隔时间》(Estimation of postmortem interval using arthropod development and successional patterns. Forensic Sci. Rev., 5: 81~94)。1985年,C. D. Vincent 等曾汇编法医昆虫学文献目录。较知名的有关学者尚有: G. Anderson, C. S. Andrews, M. Benecke, G. F. Bornemissza, B. W. Cornaby, R. H. Disney, M. Early, A. M. Easton, Y. Z. Erzinclioglu, M. Lee Goff, B. Greenberg, R. D. Hall, N. H. Haskell, M. D. Johnson, M. Leclercq, W. D. Lord, C. L. Meek, L. Nabaglo, P. Nuorteva, J. A. Payne, H. B. Reed, C. Reiter, W. C. Rodriguez, H. Williams, R. E. Williams,等等。

(3) 法医昆虫学的实际应用明显增加

自1855年M. Bergeret发表成功案例分析至今,据不完全统计,已有数十个成功案例报道。随着时间的推移,报道数量逐步上升。1850~1959年仅3篇,1960~1969年6篇,1970~1979年11篇,1980~1992年则有41篇,而近年来则是急剧上升。最近英国广播公司自然历史部发行了一部法医生物学方面的电影,叫《犯罪时的生物》或《目击证人是蝇类》,用电影戏剧性地展示了法医学上一些重要蝇类的生物学特性及其在破案中的应用。

(4) 经典研究方法的发展与提高

近年来开展的法医昆虫学研究深入到如下各方面:① 不同环境条件下尸体的腐败情况和速度;② 不同环境条件对尸体上昆虫区系的影响;③ 脂肪含量、衣服有无、暴晒或遮阴、

风速、浸水等对尸体温度的影响;④ 蛆虫大量滋生与尸体温度升高的关系;⑤ 毒品对昆虫生长发育的影响;⑥ 蛆虫体长、体重与温度、时间的关系。以上各方面较广泛而程度不等的研究,使得运用尸体上昆虫区系演替规律,以及根据昆虫生长发育速率来估计死后间隔时间(postmortem interval,PMI)的传统经典方法有了进一步的发展和提高。

(5) 新技术的采用和新领域的拓展

随着分析技术的迅速发展,目前已创立了法医昆虫毒理学,从具毒尸体与取食尸体的昆虫间毒品含量的数量关系,来探讨死亡原因等。当前已可通过尸体上双翅目幼虫的分析来判断毒物种类和剂量,甚至在没有活虫的情况下,仅凭蛹壳或幼虫碎片也可以同样达到目的。

电子计算机技术的引入则开辟了法医昆虫学另一个发展方向,专家系统正在建立与普及。

分子标记技术等也开始在法医昆虫学工作中得到应用。

在 1988 年举行的第 14 届国际法医和社会医学学术会议以及第 18 届国际昆虫学大会上,1990 年举行的第 2 届国际双翅学大会和第 12 届国际法医学会议上,以及 1996 年 8 月在意大利佛罗伦萨举行的第 20 届国际昆虫学大会上,都开展了法医昆虫学方面的专题讨论。这些大会反映了法医昆虫学已普遍受到法医学界和昆虫学界的重视,可以说法医昆虫学业已趋向成熟。

1.5 法医昆虫学展望

(1) 发展迅速,应用走向普遍化

当前,随着世界范围内犯罪率的居高不下,高科技在犯罪中的应用日益增多和深化,如何与犯罪作更有效的斗争,是个带普遍性的大问题。昆虫由于种类多,数量大,繁殖快,在人类周围无处不在,趋性明显,特性各异,与尸体紧密联系,生长发育又与温度关系密切等原因,是刑事案件、特别是命案侦破中的有力工具,这已得到充分证明。随着社会需要的迅猛增长,法医昆虫学必将高速发展,普遍得到应用。

(2) 研究领域逐步扩大

法医昆虫学的研究对象不限于昆虫,早已包括螨类等其他节肢动物在内。其实,尸体对其下方及周围的植物影响明显,掌握这方面的规律,对于破案亦十分有利。当然,法医昆虫学的研究主体仍然是昆虫。对有关昆虫的形态学(包括超微形态学)、分类学、生物学、生态学、行为学、毒理学,以及尸体上昆虫区系演替等了解得越广泛、深入,在侦破工作中发挥的作用就越大。

(3) 法医昆虫毒理学是今后发展的一个重点

明确各种毒物在高等动物及其尸体以及蝇类体内的转移、分布规律,探明各种毒物致死剂量—尸体内脏、肌肉内毒物含量—蝇类幼虫或蛹内毒物含量三者之间的数量关系,对毒物致死案件的侦破作用巨大。这是发达国家近年内普遍的发展重点。

(4) 专家系统的普遍建立是另一发展重点

所谓专家系统指的是模拟专家解决问题过程的计算机程序。它的基本思想就是利用人工智能的基本技术,同某一特定领域的专业知识相结合,用以解决该领域中专家级水平的问题。就法医昆虫学或其某一方面的专家系统来说,即将切实可靠、具体详尽的法医昆虫学或其某一方面的知识、经验,包括文字、数据、图像、表格、成功案例,等等,按照一定的表示形式和合理的组织方式形成知识库。必要时,根据用户输入的数据、材料,利用知识库的知识进行推理判断,指出答案,使得广大办案人员均能加以利用。有关知识、经验是基础,研究越广泛深入,知识积累越丰富,研制的专家系统也就越能解决问题。

(5) 研究逐步深入,方法改善,精确度提高

例如:通常总是采用动物(如猪、牛)内脏和肌肉饲养尸食性昆虫,以明确其生物学、生态学特性。但食料不同,对发育生物学数据有多大影响,特别是与以人尸为食的差异有多大,都将得以明确并能予以修正。

在不同地区、不同季节,尸体上蛆虫堆的大小对尸体温度及昆虫生长发育的影响将得到阐明。

蝇类卵、低龄幼虫的鉴定历来很感困难,通过超微结构、生物化学、分子生物学等研究将逐步得到解决。

蝇类幼虫表皮日生长结构将得到探明并予以应用。

在各种保存液中保存一定时间之后,对幼虫体长影响如何,将进一步明确,并能予以校正。

水浸尸体、火烧尸体的有关昆虫学问题过去研究不多,今后无疑将得到加强。尸食性昆虫的寄生性、捕食性天敌亦将得到较多的研究,并加以应用。

1.6 尽快建立我国的现代法医昆虫学

我国是法医学的故乡,也是首先应用昆虫学知识侦破刑事案件的国家。令人惋惜的是,西方国家在法医学、法医昆虫学的开拓方面虽然起步都晚于我国,但其发展速度却快于我国。就法医昆虫学来说,目前差距颇大,我们急需迎头赶上。从当前社会发展和公安工作实际需要来看,亦亟待加强法医昆虫学的研究。

为尽快建立我国的现代法医昆虫学,当务之急是努力做好以下 4 项工作:

(1) 深入开展调查研究

这是基础。包括:① 各地区、各种环境条件下尸食性昆虫种类和分布的调查;② 尸食性昆虫一般形态和显微、超微结构的研究;③ 不同条件下尸体上昆虫及其他节肢动物区系演替的研究;④ 尸食性昆虫生物学、行为学研究;⑤ 生态学研究,特别是温度与发育速率的关系研究;⑥ 各种毒物致死剂量—尸体内脏、肌肉内毒物含量—蝇类幼虫或蛹内毒物含量三者之间的数量关系研究;⑦ 尸体对土表、土中昆虫区系的影响研究;⑧ 尸体对其下方及周围植物的影响研究;⑨ 计算机在法医昆虫学中的应用研究;⑩ 生物化学、分子生物学等在法医昆虫学中的应用研究,等等。

(2) 统一有关的方法、技术和程序

在调查研究和试点的基础上,尽快统一有关的现场调查内容、方法及记载表格,统一法医昆虫采集饲养方法、标本保存方法,以及进一步工作的种种程序,等等。

(3) 大力培养干部

在高等院校法医学和昆虫学专业都应逐步开设法医昆虫学课程。既要尽快建立一支精干的专业队伍,又要使广大第一线有关人员都具备这方面的基本知识。应汇总国内外所有重要资料和经验于一体,以满足高层次教学、科研的需要,并编写出简明扼要的教材,便于在基层推广应用。

(4) 建立专业组织,加强领导

这是关键。有必要建立专业机构,考虑到当前人才、物力有限,可首先在南、北方各建立一处法医昆虫学实验室,以后再逐步扩大、增多。公安、科技、教育部门都要给予足够的重视,切实加强领导。务必做到昆虫学工作者与法医学工作者相结合,试验研究与办案工作相结合,科技、教育部门与公安部门相结合。深信只要领导重视,采取有力的措施、切实的步骤,尽快建立我国现代的法医昆虫学当非难事。

2 昆虫与尸体分解

胡 萃 闵建雄

2.1 昆虫在尸体分解中的重要作用

自然界令人十分惊奇的现象之一是：我们周围的动物不断死去，每天都有可观的数量死亡，可我们很少见到它们的痕迹。这说明分解动物尸体的种种有机体功效很高。在分解过程中，细菌和真菌无疑是主要类群，个体远较细菌、真菌为大的昆虫，对尸体的瓦解亦有着极其重要的作用。昆虫不仅直接取食尸体，而且帮助各种微生物进入尸体，加快其崩溃。对于人类尸体亦复如此。

Payne (1965)以小猪尸体为材料的比较研究，十分有力地说明了昆虫在动物尸体分解中的重要作用。他将小猪尸体分成2组，一组装有窗纱，有效地防止了丽蝇等的进入，另一组听其自然。在避开昆虫的条件下，尸体腐败、分解进程较慢，保持新鲜较久，清楚地说明了昆虫对于尸体分解的作用。

Putman(1978a, b)指出，在排除昆虫的状态下，尸体上微生物的代谢活动，以二氧化碳(CO_2)生产量来说较低，也即微生物种群较小；尸体肿胀阶段相对延长，液体自自然孔口渗出，不突然结束，而是逐渐减退至松软、脱水阶段，最后是干瘪和持续干燥。

在Payne的试验中，两处理间尸体重量的变化差异十分明显(图2-1,2-2)。在没有窗纱阻隔的条件下，数天内尸体重量急剧下降，至第5天仅残留10%左右，此后至第25天，重量无明显变化，说明残留的尽是骨骼、皮毛之类，表明初期丽蝇幼虫生长十分迅速。在蛆虫取食、钻孔和细菌等滋生、散布下，组织迅速崩溃。最后，蛆虫离去化蛹。相反，缺乏丽蝇等，尸体重量下降缓慢，至第5天，残留近70%；至第25天，残留40%~50%；至50天尚残留大约30%。

Mann et al.(1990) 归纳美国田纳西大学师生于1980年开始的8年人尸腐败、分解调查与研究结果，指出温度、昆虫、埋葬对腐败、分解速率影响最大，其次是其他动物取食、外伤、湿度(表2-1)；而温度、埋葬、外伤、湿度、降雨、尸体防腐、衣着等等的影响中，实际上都包含有昆虫极其重要的影响在内。他们明确指出：绝大部分软组织的消失是由于昆虫幼虫的

取食。

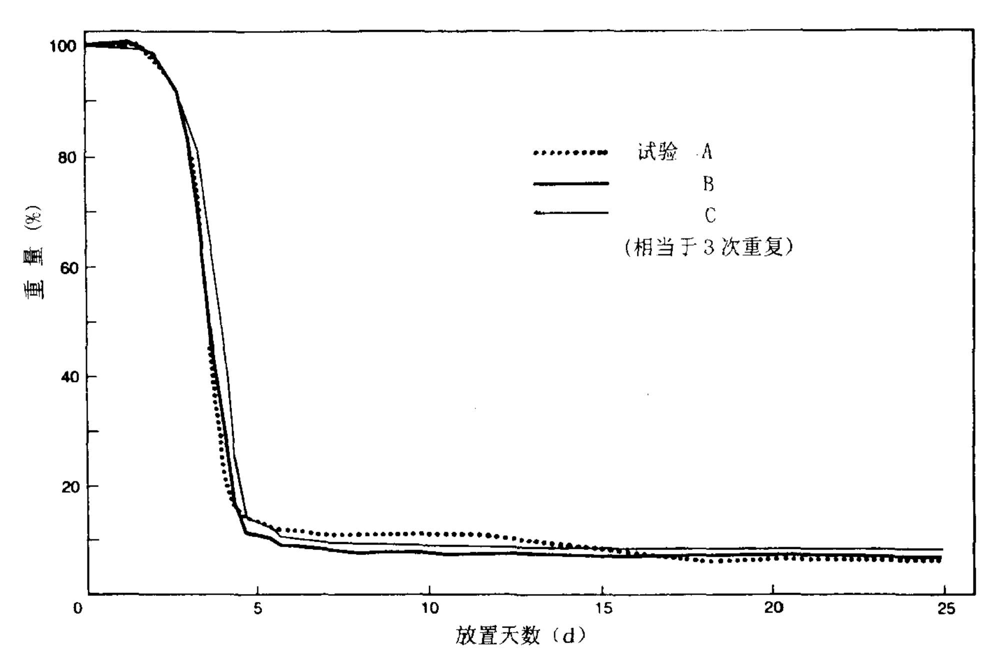


图2-1 不装窗纱条件下小猪尸体的重量变化 （仿Payne 1965）

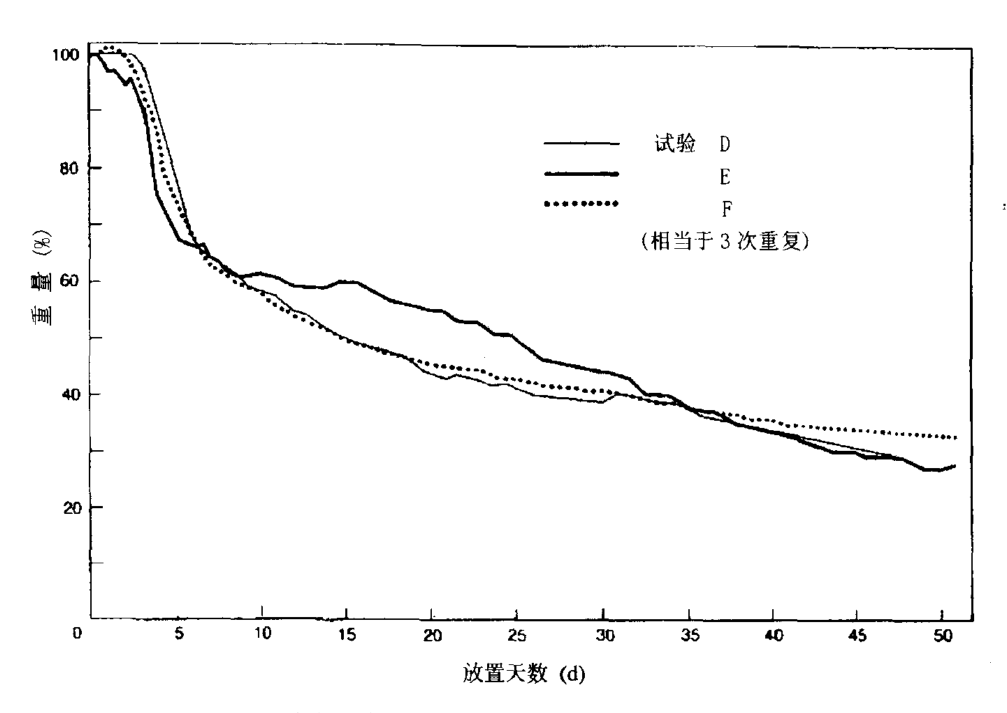


图2-2 装窗纱条件下小猪尸体的重量变化 （仿Payne 1965）

表 2-1　影响人尸腐败、分解速率的因子　(Mann et al.　1990)

因子	影响等级*
温度	5
昆虫滋生	5
埋葬及其深度	5
犬、狼等以及啮齿类的取食	4
外伤	4
湿度	4
降雨	3
尸体大小、重量	3
尸体防腐情况	3
衣着	2
放置于土表抑或混凝土上	1
土壤 pH 值	未知

*　影响共分 5 级,以 5 级影响最大。

2.2　自尸体开始的食物网

生物群落中,生物之间的链锁式营养关系称为“食物链”(food chain)。多个食物链,通过错综复杂的营养联系而构成的网络结构,叫做“食物网”(food web)。

食物链(网)由不同营养层次的生物组成,如第 1 级、第 2 级、第 3 级、第 4 级。较多的人们熟悉自植物开始,包括植食性动物、各级肉食性动物在内的食物链(网)。其实,到处都存在着从动物尸体开始的食物链(网)。当然,自植物开始的食物链(网)是最根本的,动物总是依赖于植物,直接、间接地从植物获得物质和能量。

图 2-3 以热带地区的蜥蜴为例,显示自尸体开始的食物网络。

从昆虫与尸体的关系来说,可以将尸体上出现的昆虫分为 4 类:

(1) 尸食性昆虫　取食尸体,从法医学角度看最关重要。例如双翅目 Diptera 的丽蝇科 Calliphoridae 和麻蝇科 Sarcophagidae;鞘翅目 Coleoptera 的埋葬甲科 Silphidae(部分)和皮蠹科 Dermestidae。经常依据这些昆虫做出死后间隔时间(PMI)的估计。

(2) 杂食性昆虫　既取食尸体,亦可取食尸食性昆虫,如蚂蚁、胡蜂以及一些甲虫。当这些种类虫口很多时,可通过减少尸食性昆虫虫口而延缓尸体分解速率。

(3) 尸食性昆虫的捕食者或寄生者　Smith (1986) 将这一类按重要性排在尸食性昆虫之后的第 2 位。包括鞘翅目的埋葬甲科 Silphidae (部分)、隐翅甲科 Staphylinidae、阎甲科 Histeridae 以及寄生蝇类幼期的膜翅目等。一些双翅目幼虫前期尸食性,后期成了捕食者,捕食其他蛆虫,如丽蝇科的金蝇属 *Chrysomya*、蝇科的黑蝇属 *Ophyra* 和齿股蝇属 *Hydrotaea*。许多螨类,如巨螯螨科 Macrochelidae、寄螨科 Parasitidae、派盾螨科 Parholaspidae 以及尾足螨科

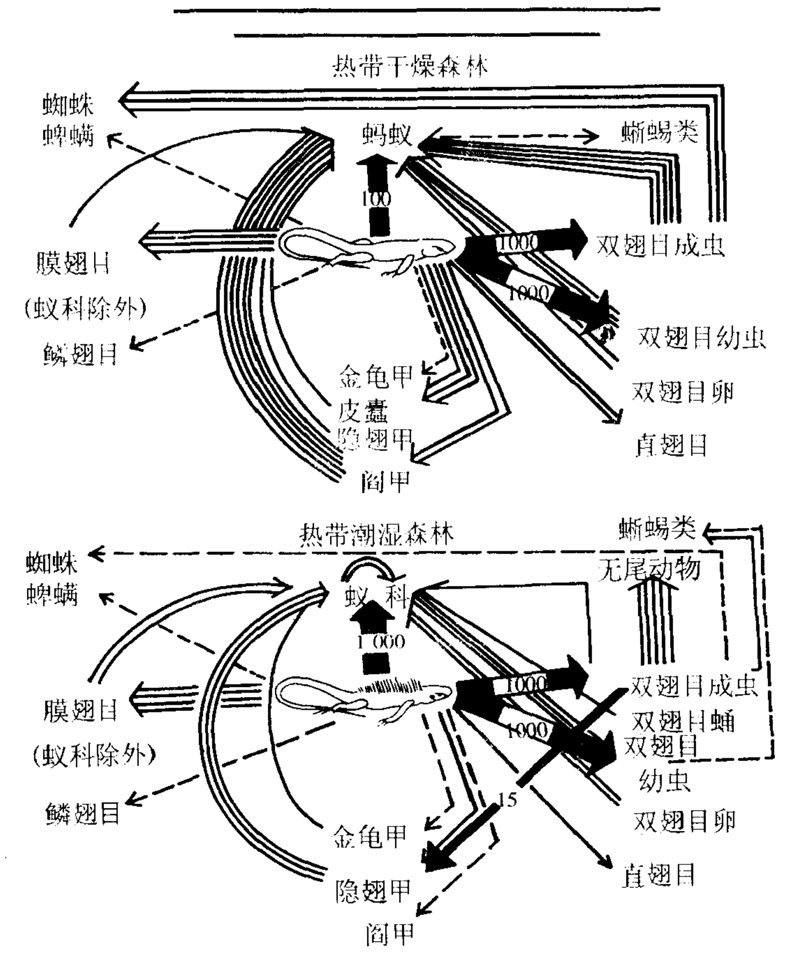


图 2-3 热带地区自蜥蜴尸体开始的食物网 (仿 Cornaby 1974)
每正常实线代表 1 次观察,粗体实线显示取食关系的相对数量,虚线代表观察中反复出现在尸体上,在另一尸体上曾取食但在本观察中未见取食

达,或刚路过、暂且停留并取食。如弹尾目 Collembola 的跳虫、蛛形纲 Arachnida 的蜘蛛(蜘蛛有时是捕食者)、粉螨科 Acaridae、脂螨科 Lardoglyphidae 以及多足纲 Myriapoda 的蜈蚣等。

图 2-4 显示在美国田纳西州,狗尸体上各类无脊椎动物间的相互关系。

2.3 尸体上的主要昆虫类群

Morley (1907)在其 10 余年脊椎动物尸体上鞘翅目昆虫研究中,共收集到 113 种该目昆虫,其中真正取食尸体的不到一半,其余的或是捕食性,或仅以尸体作为栖息场所。Reed (1958)在狗尸体上发现了包括昆虫纲、蛛形纲在内的 2 纲、7 目、50 科、140 属、240 种节肢动物。Payne et al. (1965, 1968a, 1968b, 1971, 1972)对猪尸体上动物种类研究中,共发现 3 门、9 纲、31 目、151 科、359 属、552 种,其中双翅目、鞘翅目、膜翅目和蛛形目占了全部种类的 78%。Tesky et al. (1979)在加拿大 2 000 ~ 2 500 年前的古墓中发现了以围蛹存在的 6 种双翅目昆虫。Abell et al. (1982)对乌龟尸体上节肢动物种类研究中发现了 19 目、72 科、132 种,其中昆虫有 9 目、49 科、101 种。Tullis (1987)在猪尸体上共收集到 10 目、27 科、40 属、45 种

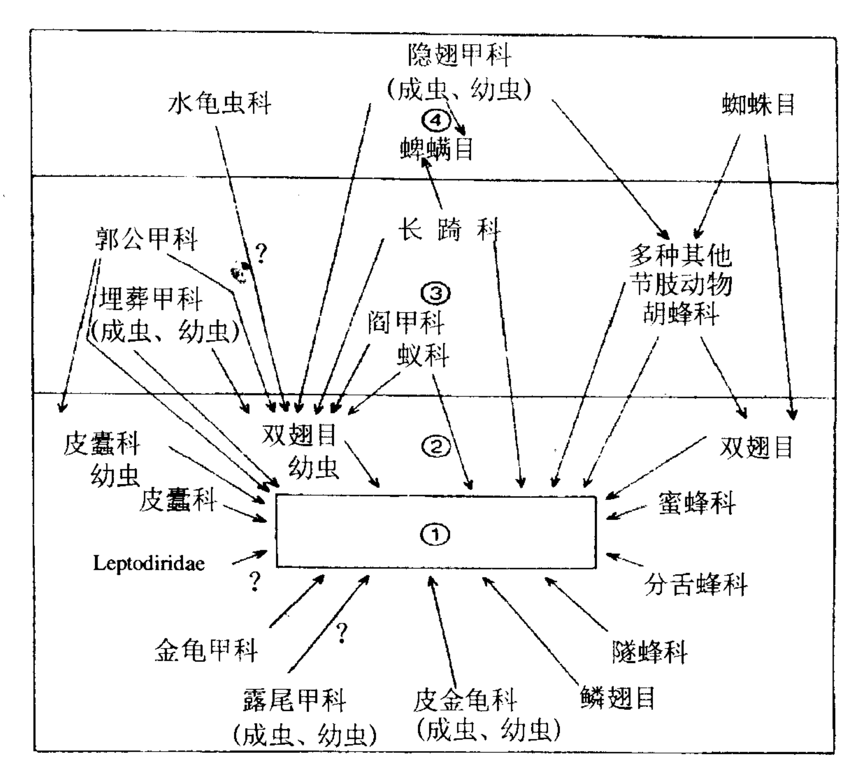


图 2-4 美国田纳西州狗尸体上各类无脊椎动物间的相互关系 (仿 Reed 1958)
长方形 ① 尸体 ② 尸食性 ③ 杂食性 ④ 捕食性 ? 食性未确定

昆虫。Hawley et al.(1989)在实际办案中发现 1 种摇蚊幼虫。Goff (1991)对夏威夷瓦胡岛室内 14 例、室外 21 例共 35 例人尸上昆虫种类研究中,共发现 3 目、12 科、22 种昆虫。Introna (1991)对美国马里兰州腐食性蝇类观察表明,有 2 科 8 种主要蝇类经常出现在尸体上。

归纳文献记载,尸体上常见昆虫计 5 目 67 科,具体目、科名称见表 2-2。

表 2-2 尸体上常见昆虫类群一览表

目	科
双翅目 Diptera	冬大蚊科 Trichoceridae
	毛蠓科 Psychodidae
	尖眼蕈蚊科 Sciaridae
	粪蚊科 Scatopsidae
	水虻科 Stratiomyidae
	食虫虻科 Asilidae
	蚤蝇科 Phoridae
	食蚜蝇科 Syrphidae
	扁蝇科 Coelopidae

续表 2-2

目	科
	日蝇科 Heleomyzidae 小粪蝇科 Sphaeroceridae 圆头蝇科 Dryomyzidae 鼓翅蝇科 Sepsidae 斑蝇科 Otitidae 酪蝇科 Piophilidae 叶蝇科 Milichiidae 水蝇科 Ephydridae 果蝇科 Drosophilidae 花蝇科 Anthomyiidae 蝇科 Muscidae 厕蝇科 Fanniidae 丽蝇科 Calliphoridae 麻蝇科 Sarcophagidae
鞘翅目 Coleoptera	步甲科 Carabidae 水龟虫科 Hydrophilidae 阎甲科 Histeridae 埋葬甲科 Silphidae 隐翅甲科 Staphylinidae 金龟甲科 Scarabaeidae 粪金龟科 Geotrupidae 蜉金龟科 Aphodiidae 皮金龟科 Trogidae 皮蠹科 Dermestidae 蛛甲科 Ptinidae 郭公甲科 Cleridae 露尾甲科 Nitidulidae 拟步甲科 Tenebrionidae 蚁形甲科 Anthicidae 喙蜡虫科 Rhizophagidae 缨甲科 Ptiliidae

续表 2-2

目	科
	六蕈甲科 Erotylidae 隐食甲科 Cryptophagidae
鳞翅目 Lepidoptera	螟蛾科 Pyralidae 谷蛾科 Tineidae
膜翅目 Hymenoptera	姬蜂科 Ichneumonidae 茧蜂科 Braconidae 小蜂科 Chalcididae 金小蜂科 Pteromalidae 寡节小蜂科(姬小蜂科)Eulophidae 跳小蜂科 Encyrtidae 细蜂科 Proctotrupidae 锤角细蜂科 Diapriidae 长腹细蜂科 Pelecinidae 旗腹蜂科 Evaniidae 瘿蜂科 Cynipidae 环腹瘿蜂科 Figitidae 隆背瘿蜂科 Eucoilidae 蚁蜂科 Mutillidae 蛛蜂科 Pompilidae 蚁科 Formicidae 胡蜂科 Vespidae 泥蜂科 Sphecidae 蜜蜂科 Apidae
半翅目 Hemiptera	缘蝽科 Coreidae 长蝽科 Lygaeidae 猎蝽科 Reduviidae 臭虫科 Cimicidae

此外,弹尾目 Collembola、等翅目 Isoptera、蜚蠊目 Blattaria、直翅目 Orthoptera、革翅目 Dermaptera 等在尸体上也可见到,但一般地说,它们在法医学上意义不大。尸体上还可以带有

生前就存在的人体外寄生昆虫，如跳蚤、体虱、头虱、阴虱以及螨类，它们有时可有一定的法医学意义。

虽然，有不少目的昆虫都可以与尸体发生联系，但有重要意义的主要是双翅目、鞘翅目、鳞翅目和膜翅目。其中，尤以双翅目和鞘翅目昆虫最为重要。Leclerq et al.(1988)提出了在比利时与 49 具人尸有关的昆虫及其他节肢动物名录，共计双翅目 30 种、鞘翅目 25 种，仅 3 种为其他目昆虫，10 种为其他节肢动物。一般地说，蝇类被早期和中期的尸体所吸引，而甲虫则发生在中期和后期。国内、国外均是如此。

Anderson (1995)将加拿大 British Columbia 1988 ~ 1994 年共计 42 个案例中所采得的昆虫作一归纳，同样主要是双翅目和鞘翅目昆虫，最常见的是丽蝇科(表 2-3，图 2-5)。

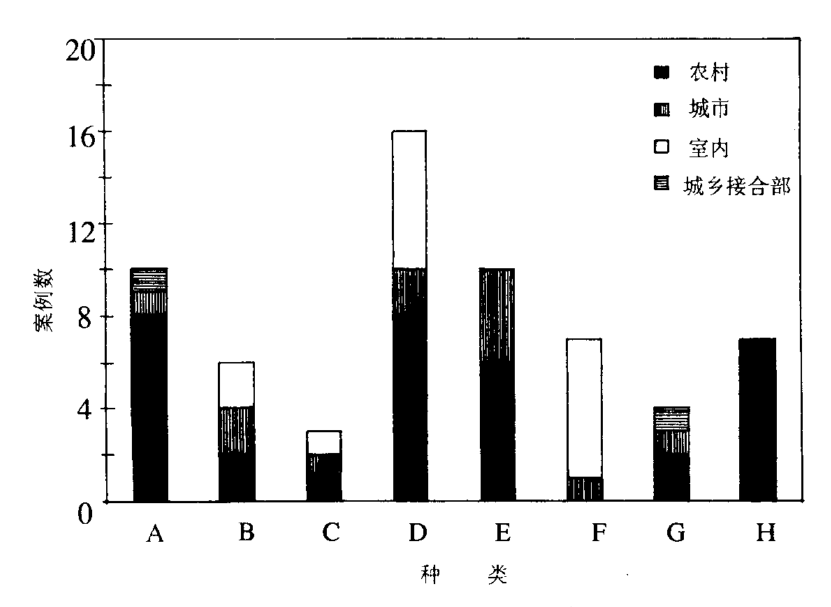


图 2-5 在加拿大 British Columbia 42 案例中采得的丽蝇科昆虫 (仿 Anderson 1995)

A 反吐丽蝇 *Calliphora vomitoria* (L.)　B 红头丽蝇 *Calliphora vicina* R.-D.

C *Calliphora terraenovae* Macquart　D 伏蝇 *Phormia regina* (Meigen)

E 亮绿蝇 *Lucilia illustris* (Meigen)　F 丝光绿蝇 *Lucilia sericata* (Meigen)

G *Eucalliphora latifrons* (Hough)　H 新陆原伏蝇 *Protophormia terraenovae* (R.-D.)

本书自第 4 章开始，将分目对各主要类群的形态、生物学等作较详尽的介绍。至于尸体上常见的重要或较重要法医昆虫的分目，即使对初学昆虫学的人们来说也非难事。例如：双翅目成虫前翅发达，膜质，后翅退化为平衡棒(halter)，很小；幼虫蛆型，头部明显缩入前胸内，口器和足退化。鞘翅目成虫前翅特化成鞘翅(elytra)，坚硬，后翅膜质，休息时鞘翅平置于胸、腹部背面，盖住后翅；幼虫体狭长，常无腹足。鳞翅目成虫前后翅均膜质，体、翅、附肢都密被鳞片；幼虫蠋型，腹足 5 对。膜翅目前后翅膜质，无鳞片；有关种类如蚂蚁和胡蜂，人

表 2-3 从加拿大 British Columbia 人尸上采得的昆虫 （摘自 Anderson 1995）

目	科	种	虫态(案例数)[a]		尸体情况(案例数)				采得月份	估计死亡时间(下限)
			幼期	成虫	暴露	土埋	室内	其他		
双翅目 Diptera	丽蝇科 Calliphoridae	反吐丽蝇 *Calliphora vomitoria* (L.)	10	1	8	1		1[b]	5~10	1 d~5个月
		红头丽蝇 *Calliphora vicina* R.-D.	6	0	3	1	2		3~10	4~24 d
		Calliphora terraenovae Macquart	2	1	2		1[c]		6~10	6~13 d
		伏蝇 *Phormia regina* (Meigen)	15	3	8	1	4[c]	3[b,d,e]	5~10	2 d~10个月
		亮绿蝇 *Lucilia illustris* (Meigen)	10	0	7	2		1[b]	4~10	4 d~5个月
		丝光绿蝇 *Lucilia sericata* (Meigen)	6	1	1		5	1[c,d]	6~10	2 d~10个月
		Eucalliphora latifrons (Hough)	4	1	3	1			6~7	1~24 d
		新陆原伏蝇 *Protophormia terraenovae* (R.-D.)	7	2	6	1			5~8	9 d~3个月
	蝇科 Muscidae	银眉黑蝇 *Ophyra* (= *Hydrotaea*) *leucostoma* (Wiedemann)	2	1	2				6~7	8~24 d

续表 2-3

目	科	种	虫态(案例数)[a]		尸体情况(案例数)				采得月份	估计死亡时间(下限)
			幼期	成虫	暴露	土埋	室内	其他		
		齿股蝇属 1 种 *Hydrotaea* sp.	4	1	3[c]	1	1		5~10	5 d~10 个月
		家蝇 *Musca domestica* L.	1	1	1				6	8 d
	日蝇科 Heleomyzidae	*Anypotacta* sp.	0	1	1				7	24 d
	酪蝇科 Piophilidae	*Prochyliza brevicornis* Melander	1	0	1				8	3 个月
		酪蝇(干酪蝇) *Piophila casei* (L.)	1	1				1[d]	10	10 个月
		Stearibia nigriceps (Meigen)	2	1	1			1[d]	9~10	3~10 个月
		Parapiphila sp.	0	1	1				7	22 d
		属、种未确定	2	1	2		1		3~11	24 d~10 个月
	厕蝇科 Fanniidae	厕蝇属 1 种 *Fannia* sp.	3	0	2			1[c]	2~8	3~10 个月

续表 2-3

目	科	种	虫态(案例数)[a]		尸体情况(案例数)				采得月份	估计死亡时间（下限）
			幼期	成虫	暴露	土埋	室内	其他		
	蚤蝇科 Phoridae	属、种未确定	1	0	1				9	3 个月
	麻蝇科 Sarcophagidae	*Liopygia argyrostoma* R.-D.	1	1				1[d]	10	10 个月
		Neobelleria cooleyi (Parker)	1	0		1			6	20 d
		属、种未确定	2	0	2				7~9	6 d~3 个月
	花蝇科 Anthomyiidae	属、种未确定	0	1	1				6	8 d
	鼓翅蝇科 Sepsidae	属、种未确定	0	1	1				6	8 d
	果蝇科 Drosophilidae	属、种未确定	0	1	1				6	8 d
	食蚜蝇科 Syrphidae	属、种未确定	0	1	1				6	8 d
	冬大蚊科 Trichoceridae	属、种未确定	1	0	1				3	35 d

续表 2-3

目	科	种	虫态(案例数)[a]		尸体情况(案例数)				采得月份	估计死亡时间(下限)
			幼期	成虫	暴露	土埋	室内	其他		
鞘翅目 Coleoptera	隐翅甲科 Staphylinidae	大小颚毛隐翅甲 *Creophilus maxillosus* (L.)	1	6					5~11	5~29 d
		Quedius transparens Motsch.	0	1		1			10	5 d
		Anthobium fimetarium Mannerheim	0	1		1			4	5个月
		Staphylinini 族	2	0	2				2~7	22 d~10个月
		Ontholestes cingulatus Grav.	0	1	1				7	22 d
	埋葬甲科 Silphidae	*Thanatophilus lapponicus* (Herbst)	0	3	2	1			6~7	5~20 d
		Nicrophorus defodiens Mannerheim	0	1				1[e]	7	20 d
		属、种未确定	1	0	1				7	22 d
	郭公甲科 Cleridae	赤颈郭公甲 *Necrobia ruficollis* (F.)	2	2	1			1[d]	9~10	3~10个月

续表 2－3

目	科	种	虫态(案例数)[a]		尸体情况(案例数)				采得月份	估计死亡时间（下限）
			幼期	成虫	暴露	土埋	室内	其他		
		属、种未确定	1	0	1				9	3个月
	皮蠹科 Dermestidae	皮蠹属1种 *Dermestes* sp.	1	1	1			1[d]	9～10	3～10个月
	露尾甲科 Nitidulidae	*Nitidula carnaria*（Schall.）	0	1				1[d]	10	10个月
		Omosita discoidea（F.）	0	2	2				7～9	22 d～3个月
	觅葬甲科 Agyrtidae	*Necrophilus hydrophiloides* Guérin-Meneville	2	4	2	2			9～3	3～10个月
	阎甲科 Histeridae	短缩阎甲 *Hister abbreviatus* F.	0	1	1				9	3个月
		Saprinus lugens Erichson	1	0	1				7	22 d
		属、种未确定	1	0	1				7	22 d
	金龟甲科 Scarabaeidae	项角嗡蜣螂 *Onthophagus nuchicornis*（L.）	0	1	1				7	22 d

续表 2-3

目	科	种	虫态(案例数)[a]		尸体情况(案例数)				采得月份	估计死亡时间(下限)
			幼期	成虫	暴露	土埋	室内	其他		
膜翅目 Hymenoptera	金小蜂科 Pteromalidae	蚤蛆金小蜂 *Nasonia vitripennis* (Walker)	1	2	1		1		7~8	5~22 d
	隆背瘿蜂科 Eucoilidae	属、种未确定	0	1	1				7	22 d
	跳小蜂科 Encyrtidae	*Bothriothorax* sp.	1	0	1				6	8 d
	蚁科 Formicidae	属、种未确定	0	1	1				9	3 个月
蜱螨目 Acarina	寄螨科 Parasitidae	*Poecilochirus carabi* G. & R. Canestrini	2	1	1		1		7~8	22~26 d
	革螨科 Gamasidae	*Cornigamasus lunaris* (Berlese)	1	1	1				7	24 d
	巨螯螨科 Macrochelidae	*Macrocheles muscaedomesticae* (Scopoli)	0	1	1				7	22 d

a 在有些案例中,成虫和幼期均采得,两栏中均予计入; b 在塑料袋中; c 有 1 例尸体被包裹着; d 有 1 例在车中; e 有 1 例在废弃的厨房设备中。

3 尸体上的昆虫区系演替

胡 萃 马玉堃

3.1 尸体现象

尸体上的昆虫区系演替与尸体的自然变化相联系，故有必要先简单介绍一下所谓尸体现象。

人死后，尸体受内外各种因素的影响，发生一系列化学、物理学、生物学的变化，呈现出特有的征象，即称为“尸体现象”(postmortem phenomena)。根据其发生发展的过程，一般可分为早期尸体现象和晚期尸体现象两大类。但要注意，尸体现象的发生与发展是一连续过程，早期尸体现象大致出现于死后 24 h 以内，但并非在 24 h 后立即消失，晚期尸体现象大致出现于死后 24 h 以后或更长时间，但实际上死后不久就开始了。

早期尸体现象主要包括肌肉松弛、尸冷、尸斑、尸僵、自溶等。肌肉松弛(muscular flaccidity)指死后肌肉和皮肤失去张力和弹性，是较早出现的尸体现象。由于死后体内产热停止，而散热继续，尸温乃逐渐下降，直至与环境温度一致或略低于环境温度，称为“尸冷”(algor mortis)。由于血液循环停止，尸体中血液因其本身重力而坠积于低下部位的血管内，透出皮肤呈现出边缘不清的红色、暗红色或暗紫色的斑痕，称为“尸斑”(livor mortis)。在短时间的肌肉松弛柔软后，各肌群逐渐变得坚实僵硬，并轻度收缩，使关节固定，这种现象称为“尸僵”(rigor mortis 或 cadaveric rigidity)。尸僵于死后 1～3 h 开始出现，先是下颌部，4～6 h 扩展到全身，12～16 h 发展到高峰，持续约 1～2 d，3～4 d 完全消失。老人、儿童尸僵出现早，程度弱，持续时间短。所谓“自溶”(autolysis)，是指死后组织细胞失去生活功能，在本身固有的各种水解酶作用下，细胞结构破坏，器官软化。在自溶过程中，存在于体内，尤其是肠道内的腐败细菌迅速发挥作用。细菌所产生的酶很快参与组织细胞的溶解过程，加速了组织细胞的崩解。

晚期尸体现象包括毁坏型和保存型 2 大类。通常都是毁坏型，即腐败和白骨化，只有在特定条件下才形成可长期保存的尸体，如干尸(木乃伊，mummy)。人死后，尸体在腐败菌作用下逐渐分解的过程称为“腐败”(decomposition)。人死后数小时，肠道内细菌使蛋白质分

解,产生硫化氢(H_2S)、氨(NH_3)等腐败气体,并从口、鼻、肛门排出,臭气强烈,称"尸臭"。硫化氢与血红蛋白结合生成硫化血红蛋白,透过皮肤呈现出来的绿色印斑,称"尸绿"。尸绿先见于右下腹,逐渐扩展到全腹壁,最后波及全身。腐败气体窜入表皮与真皮之间,形成大小不等的气泡,是为腐败气泡;如气泡中充满腐败液体,即为腐败水泡。肝、肾等脏器,由于腐败气体而形成大小不等的海绵样空泡,称"泡沫器官"。尸体高度腐败,腐败气体充满于各体腔和组织间隙,整个尸体膨胀,称"巨人观"。随着腐败的进展,各脏器组织逐渐软化、液化,最后溶解消失,体表软组织也液化崩解,毛发、指甲、趾甲脱落,最终仅残存骨骼,称"白骨化"。

一般情况下,各脏器腐败的顺序为:气管、胃肠、肺、心肌、肝、脑、肾、膀胱及骨骼肌等。前列腺和子宫腐败较慢,血管、肌腱、韧带、软骨对腐败的抵抗力较强,毛发及骨骼保存时间更长(徐英含等　1996)。Smith(1986)提到的顺序为:① 肠、胃、循环系统、心肌,② 气管、肺,③ 脑,④ 肾、膀胱,⑤ 随意肌,⑥ 子宫。

腐败是尸体内外腐败菌共同作用的结果,开始大量是体内微生物的作用,特别是肠道区系,后来则是外来腐生细菌和真菌。Bianchini(1930)从自溶之后到骨架崩溃止,辨认出 3 个真菌发生波。尸食性昆虫的活动,大大加快了尸体的腐败。有关这方面的情况第 2 章已经作了讨论,这里不再重复。

3.2　暴露尸体

Mégnin(1894)认为暴露人尸上节肢动物(主要是昆虫)有 8 个演替波(表 3 - 1)。它们是由 Johnston et al.(1897)列成表的。此后,主要是根据动物尸体获得材料。de Stefani(1921)从许多事例,包括人尸在内辨认出 6 个波。Fuller(1934)在羊和猫尸的研究中,则区分为 3 个阶段;最后一个阶段,他说包括了若干个 Mégnin 的后期演替波。

Reed(1958)引用 Howden(1950)在美国北卡罗来纳州以各种各样尸体(完整或部分)所做的工作,只辨认出 2 个波。而 Reed 自己在田纳西州狗尸体上的研究结果则区分为 4 个波(表 3 - 2),这与 Jirón et al.(1981)在哥斯达黎加狗尸体上,Johnson(1975)在美国伊利诺斯州小哺乳动物尸体上,以及 Rodriguez et al.(1983)在田纳西州人尸上的研究结果一样。Utsumi(1958)在日本研究狗和鼠尸,则只辨认出 2 个波。

Payne(1965)在美国猪尸上相当深入的研究工作中,将腐败划分为 6 个阶段,即:新鲜、肿胀、迅速腐败、进一步腐败、干化和残骸。他了解了各阶段的昆虫群落,统计了种数,并分析了出现百分率(表 3 - 3)。Lord et al.(1984)在新英格兰海岸海豹尸体研究中确认 5 个阶段。

Bornemissza(1957)在澳大利亚以死豚鼠为材料,做了较深入的尸体群落研究,主要结果如表 3 - 4 和表 3 - 5 所示。他划分的 5 个阶段如下:

(1) 开始变化阶段(0 ~ 2 d)　从表面看似乎仍然新鲜,但内部因体内生前存在的细菌、原生动物及线虫的活动开始分解。

(2) 腐败阶段(2 ~ 12 d)　尸体因内部产生气体而肿胀,伴有腐肉气味。

(3) 黑腐阶段(12 ~ 20 d)　肌肉变黑,由于气体外逸而尸体崩溃,腐败气味强烈。

表 3-1 暴露人尸上昆虫区系演替中的主要成员

(据 Mégnin 1894, Johnston et al. 1897, Smith 1973, 1986)

波别	昆虫区系	尸体状态	大约时间 *
第1波	*Calliphora vicina* (红头丽蝇,丽蝇科) *Calliphora vomitoria* (反吐丽蝇,丽蝇科) *Lucilia* spp. (绿蝇属多种,丽蝇科) *Musca domestica* (家蝇,蝇科) *Musca autumnalis* (秋家蝇,蝇科) *Muscina stabulans* (厩腐蝇,蝇科)	新鲜,但随季节而有不同	开始3个月
第2波	*Sarcophaga* spp. (麻蝇属多种,麻蝇科) (亦可发生于第1波) *Cynomya* spp. (蓝蝇属多种,丽蝇科)	有气味	
第3波	*Dermestes* spp. (皮蠹属多种,皮蠹科) *Aglossa* sp. (螟蛾科)	具陈腐脂肪臭味	
第4波	*Piophila casei* (酪蝇,酪蝇科) *Madiza glabra* (酪蝇科) *Fannia* spp. (厕蝇属多种,蝇科) Drosophilidae 果蝇科 Sepsidae 鼓翅蝇科 Sphaeroceridae 小粪蝇科 *Eristalis* sp. (食蚜蝇科) *Teichomyza fusca* (水蝇科) *Corynetes* sp. (郭公甲科) *Necrobia* sp. (郭公甲科)	丁酸发酵之后,酪蛋白发酵	3~6个月
第5波	*Ophyra* spp. (黑蝇属多种,蝇科) Phoridae 蚤蝇科 Thyreophoridae 尸蝇科 *Nicrophorus* sp. (埋葬甲科) *Silpha* sp. (埋葬甲科) *Hister* sp. (阎甲科) *Saprinus* sp. (阎甲科)	氨化作用,腐败汁液脱水 残余汁液被吸收	4~8个月
第6波	Acari 蜱螨目		6~12个月
第7波	*Attagenus pellio* (皮蠹科) *Anthrenus museorum* (皮蠹科) *Dermestes maculatus* (白腹皮蠹,皮蠹科) *Tineola bisselliella* (幕衣蛾,谷蛾科) *Tineola pellionella* (谷蛾科) *Monopis rusticella* (谷蛾科)	彻底干燥	1~3年
第8波	*Ptinus brunneus* (褐蛛甲,蛛甲科) *Tenebrio obscurus* (黑粉虫,拟步甲科)		3年以上

* 尸体腐败过程的长短与地点、年代、季节、温度等关系极大,表中大约时间,仅供参考。

表 3-2 美国田纳西州狗尸体上的节肢动物区系演替

（仿 Kauppala，见 Nuorteva 1977，数据来自 Reed 1958）

阶 段	新鲜	肿胀	腐烂	干化
丽蝇科				
蚁科				
蝇科				
小粪蝇科				
埋葬甲科				
鳞翅目				
膜翅目				
麻蝇科				
阎甲科				
隐翅甲科				
长脚目				
酪蝇科				
蜘蛛目				
鼓翅蝇科				
蚤蝇科				
蜱螨目				
露尾甲科				
郭公甲科				
皮蠹 *Dermestes caninus*				
皮金龟科				

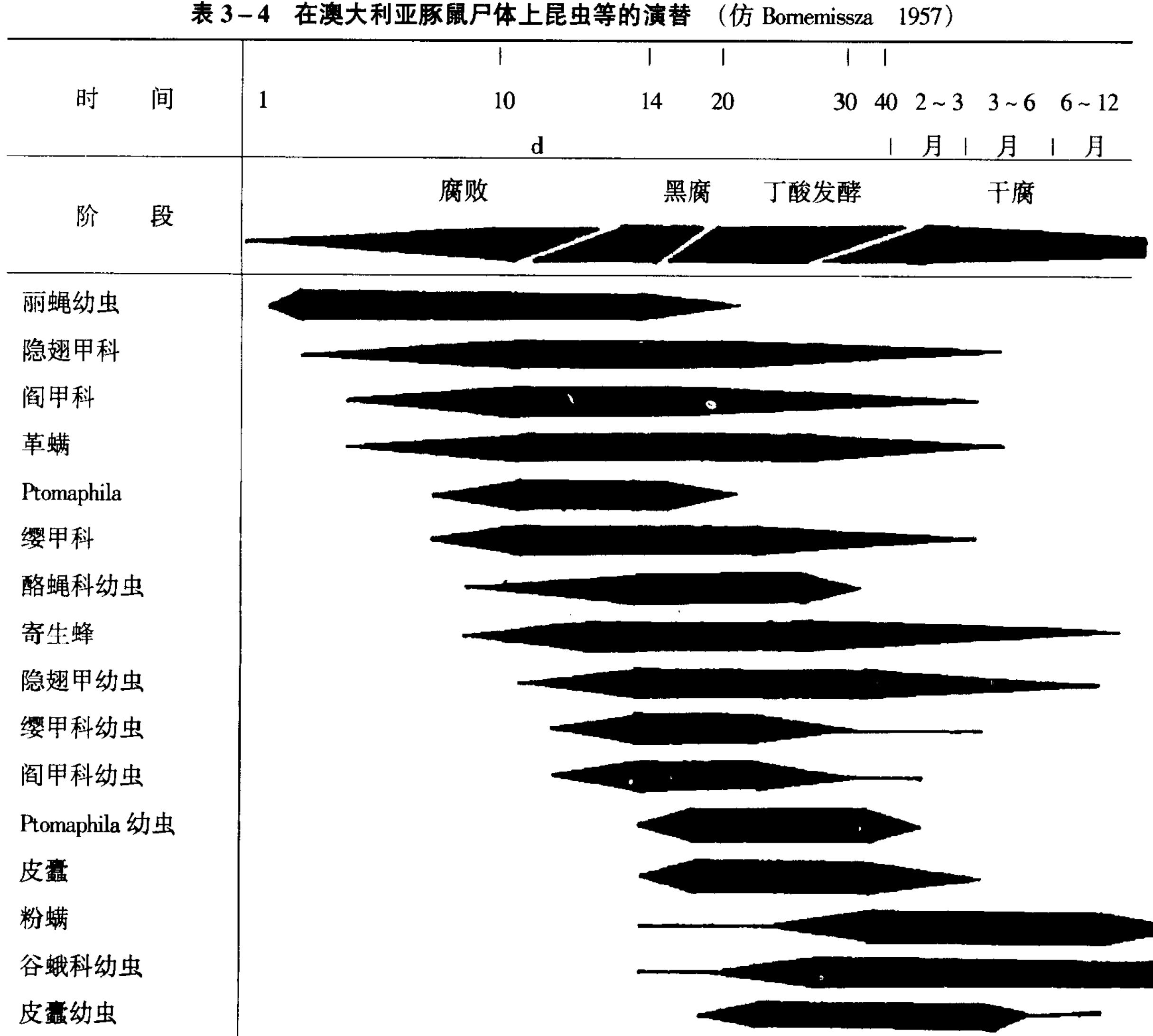
注：表中线条粗细代表相对数量。其他表类似情形含义同此。

表 3-3 猪尸体腐败各阶段出现的昆虫种数及其出现百分率

（据 Payne 1965）

阶段	种数	出现百分率（%）				
		新鲜	肿胀	迅速腐败	进一步腐败	干化
新鲜	17	100	94	94	76	0
肿胀	48	33	100	100	90	2
迅速腐败	255	6	19	100	98	13
进一步腐败	426	3	10	59	100	38
干化	211	0	0	16	76	100

表 3-4　在澳大利亚豚鼠尸体上昆虫等的演替　(仿 Bornemissza　1957)



(4) 丁酸发酵阶段(20~40 d)　尸体变干,出现乳酪气味,下表面发霉。

(5) 干腐阶段(40~50 d)　尸体几乎干化,腐败速率缓慢。

如上述,对于尸体腐败阶段或演替波的划分,不同作者看法不一致。这不足为奇,因为区分的界限往往不很明显,生物界的现象总是很复杂,很少是简单的。不管如何,存在着演替则是公认的。从法医学应用出发,阶段或演替波的数量不宜过少。获得较普遍赞同的几家命名可比较如表 3-6。

尸体腐败速率随环境而变化,各腐败阶段持续时间也随之而不同。Rodriguez et al. (1983)在美国田纳西州不同季节昆虫活动与人尸腐败速率关系的研究中,记录的人尸各腐败阶段大体历期如表 3-7。Reed (1958)报道的狗尸体各腐败阶段历期如表 3-8。

表 3-5 澳大利亚豚鼠尸体腐败对土壤中动物区系的影响 （仿 Bornemissza 1957）

时间		1 10 d 14 20 30 40 2~3月 3~6月 6~12月
枯枝落叶层中或土壤表面	等足目	
	倍足目	
	石蜈蚣科	
	衣鱼科	
	弹尾目	
	蜚蠊科	
	蟋蟀科	
	革翅目	
	啮虫目	
	缨翅目	
	异翅亚目	
	鳞翅目幼虫	
	鞘翅目	
	鞘翅目幼虫	
	寄生蜂	
	蚁　科	
	双翅目幼虫	
	伪蝎目	
	蜘蛛目	
	Plectochetos	
	蜱螨目	
土壤中	少足目	
	综合目	
	土蜓科	
	地蜈蚣科	
	原尾目	
	铗尾科	
	弹尾目	
	蜡蚧科	
	蚜　科	
	蜱螨目	

表3-6 各腐败阶段的命名比较

Mégnin (1894) Leclercq (1969) Smith (1986)	Bornemissza (1957)	Payne (1965)
第1波 (新鲜,无气味)	开始腐败阶段(少有气味,内部腐败开始)	新鲜阶段(少有气味)
第2波 (气味较浓)	腐败阶段(尸体肿胀,出现强烈气味)	肿胀阶段(腹部肿胀,腐败气味明显)
第3波(脂肪发恶臭,丁酸发酵)		
	黑腐阶段(躯体崩溃,气体外逸,肉呈黑色)	迅速腐败阶段(皮肤被蛆虫穿透,气体外逸,气味很强烈,组织液化)
第4波(酪蛋白发酵)		
	丁酸发酵阶段(乳酪味,外面干燥,下面发霉)	
第5波 (氨化作用,腐败汁液脱水)		
		进一步腐败阶段(肉大部分不存在,气味逐步消失,开始干燥)
第6波 (残余汁液被吸收,只有螨存在)	干腐阶段(干燥状态,直至完全消失)	干腐阶段(皮肤干燥,软骨和骨骼残留)
第7波 (完全干燥)		
第8波 (仅留骨骼以及业已离去的栖居动物的碎片)		遗骸阶段(残留毛发、骨骼、牙齿)

表3-7 人尸各腐败阶段的大体历期(d)*

(Rodriguez et al. 1983)

放置日期	新鲜期	肿胀期	腐烂期	干化期
1981-05-13(春季)	10	5	19	27
1981-06-05(夏季)	4	3	6	13
1981-10-12(秋季)	14	7	进行中	…
1981-11-11(冬季)	36	19	112	进行中

* 观察自1981年5月13日开始至1982年5月13日结束。

表3-8 美国田纳西州狗尸体各腐败阶段的历期(d) (据 Reed 1958)

季节	位置	新鲜	肿胀	腐烂	干化
春	林地 牧场	4 2.5	7 4.5	26 13	90 75
夏	林地 牧场	0.9 0.9	3.5 2.5	11 10	50 50
秋	林地 牧场	7 2.5	9 11.5	34 21	80 80
冬	林地 牧场	25 8	20 32	95 85	? ?

据 Rodriguez et al.(1983)报道,在美国田纳西州人尸上主要成虫、幼虫类群的出现情况如表3-9和表3-10所示。在尸体上数量最多的当推丽蝇。就出现先后来说,在蝇类各属中最早到达人尸的是 *Phaenicia* (国内一般作为绿蝇属 *Lucilia* 的一个亚属),数天后 *Callitroga* 开始抵达,再过若干天后可见丽蝇属 *Calliphora* 和 *Cynomyopsis*,最后是麻蝇属 *Sarcophaga*。这与 Hall (1948)用腐肉引诱的结果是一致的。

表 3-9　春夏季人尸上成虫出现的大体情况　(仿 Rodriguez et al. 1983)

科名	新鲜期	肿胀期	腐烂期	干化期
丽蝇科 Calliphoridae				
蝇　科 Muscidae				
埋葬甲科 Silphidae				
麻蝇科 Sarcophagidae				
阎甲科 Histeridae				
隐翅甲科 Staphylinidae				
露尾甲科 Nitidulidae				
郭公甲科 Cleridae				
皮蠹科 Dermestidae				
金龟甲科 Scarabaeidae				

表 3-10　春夏季人尸上幼虫出现的大体情况　(仿 Rodriguez et al. 1983)

科名	新鲜期	肿胀期	腐烂期	干化期
丽蝇科 Calliphoridae				
蝇　科 Muscidae				
埋葬甲科 Silphidae				
麻蝇科 Sarcophagidae				
隐翅甲科 Staphylinidae				
皮蠹科 Dermestidae				
金龟甲科 Scarabaeidae				

在加拿大 British Columbia，Anderson et al.(1996)将 3 具体重 22 kg 的猪，在研究地点枪杀后，置土表 100 cm × 70 cm × 45 cm 的网笼内，使大型动物无法取食，昆虫可自由出入，系统调查昆虫活动的结果如表 3-11。另 2 具猪尸用于对尸体下土壤中节肢动物区系的影响观察，结果如表 3-12。尸体之下及其周围约 20～30 cm 范围内的植物均为尸体分解所产生的液体杀死，直到第 271 天，土壤区系和植物尚未恢复正常。

表 3-11 在加拿大 British Columbia 猪尸体上采得的昆虫 (Anderson et al. 1996)

阶段（死后天数）	目	科	属和种	虫态
新 鲜 (0~1 d)	双翅目 Diptera	丽蝇科 Calliphoridae	亮绿蝇 *Lucilia illustris* (Meigen) 伏蝇 *Phormia regina* (Meigen)	成虫、幼期 成虫
		蝇科 Muscidae	未采集，故无法鉴定到属和种	成虫
		麻蝇科 Sarcophagidae	未采集，故无法鉴定到属和种	成虫
	膜翅目 Hymenoptera	蚁科 Formicidae	*Lasius* sp.	成虫
肿 胀 (2~10 d)	双翅目 Diptera	丽蝇科 Calliphoridae	亮绿蝇 *Lucilia illustris* (Meigen) 伏蝇 *Phormia regina* (Meigen)	成虫、幼期 成虫、幼期
		蝇科 Muscidae	秋家蝇 *Musca autumnalis* DeGeer	成虫
			黑蝇属 1 种 *Ophyra* sp.	成虫
		厕蝇科 Fanniidae	*Fannia atra* (Stein)	成虫
		日蝇科 Heleomyzidae	*Neoleria lutea* (L.)	成虫
		长足虻科 Dolichopodidae	*Dolichus* sp.	成虫
		鸟蝇科 Carnidae	*Meoneura* sp.	成虫
		酪蝇科 Piophilidae	未采集，故无法鉴定到属和种	成虫
		麻蝇科 Sarcophagidae	未采集，故无法鉴定到属和种	成虫
		鼓翅蝇科 Sepsidae	未鉴定到属和种	成虫
	鞘翅目 Coleoptera	步甲科 Carabidae	*Carabus granulatus* (L.) *Anisodactylus binotatus* F.	成虫 成虫
		隐翅甲科 Staphylinidae	大隐翅甲 *Creophilus maxillosus* (L.)	成虫
			Tachinus crotchii Horn	成虫
		埋葬甲科 Siphidae	*Thanatophilus lapponicus* (Herbst)	成虫
		郭公甲科 Cleridae	赤足郭公甲 *Necrobia rufipes* (DeGeer)	成虫
	膜翅目 Hymenoptera	蚁科 Formicidae	蚁亚科 Formicinae	成虫
迅速腐烂 (11~16 d)	双翅目 Diptera	丽蝇科 Calliphoridae	伏蝇 *Phormia regina* (Meigen)	成虫、幼期

续表 3－11

阶段（死后天数）	目	科	属和种	虫态
			亮绿蝇 *Lucilia illustris*（Meigen）	成虫、幼期
		蝇科 Muscidae	黑蝇属 1 种 *Ophyra* sp.	成虫
		鸟蝇科 Carnidae	*Meoneura* sp.	成虫
		酪蝇科 Piophilidae	*Stearibia nigriceps*（Meigen）	成虫
	鞘翅目 Coleoptera	郭公甲科 Cleridae	*Necrobia* spp.	成虫
		埋葬甲科 Siphidae	未采集，故未鉴定到属和种	成虫
	膜翅目 Hymenoptera	蚁科 Formicidae	蚁亚科 Formicinae	成虫
	鳞翅目 Lepidoptera	蛱蝶科 Nymphalidae	*Cynthia cardui*（L.）	成虫
高度腐烂（17～42 d）	双翅目 Diptera	丽蝇科 Calliphorida	伏蝇 *Phormia regina*（Meigen）	成虫、幼期
			亮绿蝇 *Lucilia illustris*（Meigen）	成虫、幼期
		蝇科 Muscidae	黑蝇属 1 种 *Ophyra* sp.	成虫
		鸟蝇科 Carnidae	*Meoneura* sp.	成虫
		酪蝇科 Piophilidae	*Stearibia nigriceps*（Meigen）	成虫
			未采集，故未鉴定到属和种	幼期
		寄蝇科 Tachinidae	*Eutheria setifaces* Brooks	成虫
		叶蝇科 Milichiidae	未鉴定到属和种	成虫
	鞘翅目 Coleoptera	隐翅甲科 Staphylinidae	*Philonthus politus*（L.）	成虫
			Ontholestes cingulatus（Grav.）	成虫
		皮蠹科 Dermestidae	拟白腹皮蠹 *Dermestes frischii*（Kugelann）	成虫
			皮蠹属 1 种 *Dermestes* sp.	幼期
		露尾甲科 Nitidulidae	短角露尾甲 *Omosita colon*（L.）	成虫
		埋葬甲科 Silphidae	未采集，故未鉴定到属和种	成虫
		步甲科 Carabidae	未采集，故未鉴定到属和种	成虫
		郭公甲科 Cleridae	赤足郭公甲 *Necrobia rufipes*（DeGeer）	成虫

续表 3-11

阶段（死后天数）	目	科	属和种	虫态
			赤颈郭公甲 *Necrobia ruficollis*（F.）	成虫
	膜翅目 Hymenoptera	蚁科 Formicidae	蚁亚科 Formicinae	成虫
		缨小蜂科 Mymaridae	*Alaptus* sp.	成虫
	鳞翅目 Lepidoptera	蛱蝶科 Nymphalidae	*Cynthia cardui*（L.）	成虫
干化/残留（43～271 d）	双翅目 Diptera	丽蝇科 Calliphoridae	伏蝇 *Phormia regina*（Meigen）	成虫
			亮绿蝇 *Lucilia illustris*（Meigen）	成虫
		酪蝇科 Piophilidae	*Stearibia nigriceps*（Meigen）	成虫
			未鉴定到属和种	幼期，刚羽化的幼嫩成虫
		鸟蝇科 Carnidae	*Meoneura* sp.	成虫
		麻蝇科 Sarcophagidae	*Belleria melanura*（Meigen）	成虫
		小粪蝇科 Sphaeroceridae	*Coprioca* sp.	成虫
			Leptocera sp.	成虫
		厕蝇科 Fanniidae	毛踝厕蝇 *Fannia manicata*（Meigen）	成虫
			Fannia canicularis（F.）	成虫
		蝇科 Muscidae	常齿股蝇 *Hydrotaea dentipes*（F.）	成虫
			黑蝇属 1 种 *Ophyra* sp.	幼期
		果蝇科 Drosophilidae	果蝇属 1 种 *Drosophila* sp.	成虫
		鼓翅蝇科 Sepsidae	未鉴定到属和种	幼期
		水虻科 Stratiomyidae	未鉴定到属和种	幼期
		粪蚊科 Scatopsidae	未鉴定到属和种	幼期
		瘿蚊科 Cecidomyiidae	未鉴定到属和种	成虫
	鞘翅目 Coleoptera	郭公甲科 Cleridae	赤颈郭公甲 *Necrobia ruficollis*（F.）	成虫
			蓝郭公甲 *Necrobia violacea*（L.）	成虫

续表 3-11

阶段（死后天数）	目	科	属和种	虫态
			赤足郭公甲 *Necrobia rufipes* (DeGeer)	成虫
			Necrobia spp.	幼期
		皮蠹科 Dermestidae	拟白腹皮蠹 *Dermestes frischii* (Kugelann)	成虫
			皮蠹属 1 种 *Dermestes* sp.	幼期
		隐翅甲科 Staphylinidae	*Philonthus politus* (L.)	成虫
			Philonthus varians (Paykull)	成虫
			Aleochara curtala (Goeze)	成虫
			Ontholestes cingulatus Grav.	成虫
			隐翅甲亚科 Staphylininae	幼期
		露尾甲科 Nitidulidae	*Carpophilus* sp.	幼期
			短角露尾甲 *Omosita colon* (L.)	成虫
		水龟虫科 Hydrophilidae	*Sphaeridium bipustulatum* (F.)	成虫
			Cercyon haemorrhoidalis (F.)	成虫
		步甲科 Carabidae	*Carabus granulatus* (L.)	成虫
			Pterostichus melanurus Illiger	成虫
			Calathus fuscipes Goeze	成虫
		埋葬甲科 Silphidae	*Nicrophorus defodiens* (Mannerheim)	成虫
		觅葬甲科 Argyrtidae	*Necrophilus hyrophiloides* Guérin-Méneville	成虫
			Necrophilus sp.	幼期
		阎甲科 Histeridae	*Carcinops pumilio* (Erichson)	成虫
	膜翅目 Hymenoptera	蚁科 Formicidae	蚁亚科 Formicinae	成虫
			Formica sp.	成虫
	啮虫目 Psocoptera	书虱科 Liposcelidae	*Liposcelis* sp.	成虫

表 3-12 猪尸体下土样中采得的节肢动物* （Anderson et al. 1996）

科或目	种、属或族	0 d	15 d	29 d	45 d	64 d	78 d	94 d	111 d	128 d	167 d	271 d
粉螨科 Acaridae	*Tyrophagus putrescentiae* (Schrank)	1~10										
	Acarus siro L.	1~10										
	Rhizoglyphus robini Claparède								1~10			1~10
寄螨科 Parasitidae	*Pergamasus* sp.	1~10										
	Pergamasus nr. *misellus* (Berlese)	1~10										
	Pergamasus nr. *runciger* (Berlese)	1~10										
	Gamasodes spiniger (Trägårdh)	1~10										
	Parasitus sp.	1~10										
	Parasitus nr. *kempersi* Oudemans	1~10										
	Parasitus consanguineus Ouds. & Vgts.	1~10										
	Parasitus fimetorum (Berlese)							1~10				
	未鉴定	1~10							1~10	1~10		
丽甲螨科 Liacaridae	*Liacarus bidentatus* Ewing	1~10										
真伊螨科 Eviphididae	*Alliphis siculus* (Oudemans)	1~10										
囊螨科 Ascidae	*Lasioseius youcefi* Athias-Henriot	1~10	1~10									
	Lasioseius berlesei (Oudemans)	1~10										
	Cheiroseius borealis (Berlese)	1~10										
	Cheiroseius sp.	1~10										
	Blattisocius keegani (Fox)							1~10				
双革螨科 Digamasellidae	*Dendrolaelaps* nr. *latior* (Leitner)	1~10										
	Dendrolaelaps sp.					101~200	>200		1~10			
菌甲螨科 Scheloribatidae	*Scheloribates* nr. *laevigatus* (Koch)	11~25										
厉螨科 Laelapidae	*Ololaelaps placentula* (Berlese)	1~10										
尾足螨总科 Uropodoidea	*Prodinychus* nr. *fimicolus* Berlese	11~25	1~10			11~25		1~10		11~25		
	Urobovella nr. *marginata* (Koch)					1~10	51~100	26~50	1~10	>200	26~50	
	Oodinychus elegans (Kramer)					1~10						
	未鉴定							1~10				
洼甲螨科 Camisiidae	*Platynothrus* sp.	1~10										
美绥螨科 Ameroseiidae	*Epicriopsis* sp.	1~10										
巨螯螨科 Macrochelidae	*Macrocheles* sp.					101~200		26~50	26~50	26~50		
	Macrocheles merdarius (Berlese)	1~10				11~25	>200	1~10	1~10			
	Macrocheles glaber (Muller)	1~10				1~10		1~10	1~10			
	Macrocheles carinatus (Koch)	1~10								1~10		1~10
维螨科 Veigaiidae	*Veigaia* sp.	1~10										
肉食螨科 Cheyletidae	*Cheyletus* sp.			1~10	1~10							
	Cheyletus eruditus (Schrank)				1~10							
蛞蝓螨科 Ereynetidae	未鉴定	1~10										
若甲螨科 Oribatulidae	未鉴定	1~10										
酪蝇科 Piophilidae	未鉴定（幼虫）				1~10		1~10	1~10		1~10	26~50	51~100
果蝇科 Drosophilidae	*Drosophila* sp.	1~10		1~10	1~10	1~10		1~10				
	Drosophila busckii Coquillet				1~10							
尖眼蕈蚊科 Sciaridae	未鉴定				1~10	1~10						
隐翅甲科 Staphylinidae	Aleocharinae	1~10										
	Tachinus crotchii Horn						1~10					
叩头虫科 Elateridae	*Agriotes mancus*	1~10										
	未鉴定	1~10										
露尾甲科 Nitidulidae	*Carpophilus* sp.					11~25	>200	1~10	11~25	>200	11~25	
	Omosita colon (L.)											1~10
阎甲科 Histeridae	*Carcinops pumilio* (Erichson)							1~10	1~10	1~10	1~10	
蓟马科 Thripidae	未鉴定	1~10										
膜翅目 Hymenoptera	*Alaptus* sp.			1~10								
蚁科 Formicidae	*Lasius* sp.											1~10
弹尾目 Collembola	未鉴定	51~100						1~10	11~25	>200	101~200	>200

* 各符号代表的数量：空白 0；深灰 1~10；波纹 11~25；斜线 26~50；菱形 51~100；方格 101~200；全黑 >200

马玉堃(1996)在杭州对室外地表乳猪尸体的研究结果,将整个腐败过程划分为新鲜期、肿胀期、腐烂期、干化期和残骸期等5个相连续的阶段:

第1阶段(新鲜期)　一般持续1~3 d,可因气温不同而有一定差异。外观无明显变化,蝇类可在本期出现并产卵。

第2阶段(肿胀期)　最显著的特征是尸体全面肿胀。此外,在口、鼻、肛孔等处出现血泡,腐败气味较浓,至其中后期有较多液体流出。大量蝇类以及蚂蚁、甲虫聚集在尸体上,蝇卵已孵化出幼虫。

第3阶段(腐烂期)　呈现高度腐烂状态,大量蛆虫取食造成许多孔洞,肿胀现象消失,骨骼部分外露,大量腐败液体流出注入土层,腐败气味非常浓烈。尸体为大量幼虫所占据,成虫数量有所减少。

第4阶段(干化期)　大部分组织均已分解或被食,仅剩下毛发、骨骼、脚蹄以及一些表皮。绝大多数昆虫都已离去,一些甲虫,蚂蚁等尚在尸体上。

第五阶段(残骸期)　与干化阶段无明显界限,软组织已不复存在,仅存一些毛发和骨骼。无特定的昆虫种类出现,只有一些偶然栖落的种类。

以猪脏器,主要是心脏做试验的结果,整个腐败过程基本一致,亦可分为5个阶段,即新鲜期、微腐期、腐烂期、干化期和残余期。微腐期相当于前述的肿胀期,惟无肿胀现象出现;残余期相当于残骸期,因为没有毛发、骨骼,只残留一点干硬的软组织残余。

不同季节各腐败阶段持续天数如表3-13。春、冬两季持续时间较长,夏、秋季较短。各阶段之间以残骸(残余)期最长,其次是腐烂期,最短是新鲜期。

表3-13　不同季节室外地表乳猪尸体各腐败阶段持续天数(d)　(杭州　1995~1996)

季　节	月　份	新鲜期	肿胀(微腐)期	腐烂期	干化期	残骸(残余)期
春季	2~4	3.5	11.5	20.5	7.0	>24
夏季	5~7	1.2	1.2	2.3	1.3	>10.5
秋季	8~10	1.0	1.2	2.2	1.5	>24.0
冬季	11~1	2.0	2.3	9.4	4.0	>26.0

在杭州调查结果,猪尸体上常见昆虫计3目19科33种,详见表3-14。其中双翅目的巨尾阿丽蝇、丝光绿蝇、南岭绿蝇、大头金蝇、肥须亚麻蝇等为优势种类。

表3-14　室外地表猪尸体上的常见昆虫种类　(杭州　1994~1996)

科	种	出现虫态	食性
蝇科 Muscidae	斑蹠黑蝇 *Ophyra chalcogaster*	成虫	腐食
	元厕蝇 *Fannia prisca*	成虫	腐食
	厩腐蝇 *Muscina stabulans*	成虫	腐食

续表 3-14

科	种	出现虫态	食性
花蝇科 Anthomyiidae	横带花蝇 *Anthomyia illocata*	成虫	腐食
丽蝇科 Calliphoridae	巨尾阿丽蝇 *Aldrichina grahami* 丝光绿蝇 *Lucilia sericata* 南岭绿蝇 *Lucilia bazini* 紫绿蝇 *Lucilia porphyrina* 大头金蝇 *Chrysomya megacephala*	成虫、幼虫 成虫、幼虫 成虫、幼虫 成虫、幼虫 成虫、幼虫	腐食 腐食 腐食 腐食 腐食
麻蝇科 Sarcophagidac	肥须亚麻蝇 *Parasarcophaga crassipalpis*	成虫、幼虫	腐食
酪蝇科 Piophilidae	酪蝇 *Piophila casei*	成虫	腐食
蚤蝇科 Phoridae	东亚异蚤蝇 *Megaselia spiracularis* 南方栅蚤蝇 *Diploneura peregrina*	成虫 成虫	腐食 腐食
鼓翅蝇科 Sepsidae	1种，种名待定	成虫、幼虫	腐食
水蝇科 Ephydridae	1种，种名待定	成虫	腐食
虻科 Tabanidae	山崎虻 *Tabanus yamasakii*	成虫	捕食
水虻科 Stratiomyidae	1种，种名待定	成虫、幼虫	幼虫腐食 成虫不详
步甲科 Carabidae	缨懒步甲 *Bradycellus fimbriatus* 裂细步甲 *Hololeius ceylanicus* 棕尾疾步甲 *Tachyura fuscicauda* 绵颈步甲 *Dyschirius ovicollis*	成虫 成虫 成虫 成虫	捕食 捕食 捕食 捕食
隐翅甲科 Staphylinidae	藻角隐翅虫 *Aleochara fucicola* 宽颈隐翅虫 *Philonthus rectangulus*	成虫 成虫	捕食 捕食
阎甲科 Histeridae	1种，种名待定	成虫	捕食
露尾甲科 Nitidulidae	脊胸露尾甲 *Carpophilus dimidiatus* 污露尾甲 *Omosita discoidea*	成虫 成虫	腐食 腐食
皮蠹科 Dermestidae	白腹皮蠹 *Dermestes maculatus*	成虫、幼虫	腐食
郭公甲科 Cleridae	赤颈郭公虫 *Necrobia ruficollis*	成虫	腐食
埋葬甲科 Silphidae	1种，种名待定	成虫	腐食
金龟甲科 Scarabaeidae	三角嗡蜣螂 *Onthophagus tricornis* 巴氏嗡蜣螂 *Onthophagus balthasari*	成虫 成虫	腐食 腐食
蚁科 Formicidae	路舍蚁 *Tetramorium caespitum* 中国小黑家蚁 *Monomorium chinensis*	成虫 成虫	腐食、捕食 腐食、捕食

最早在尸体上出现的主要是双翅目的蝇类，而且大部分属于丽蝇科。它们成了腐败早、

中期昆虫区系的优势种。通常丽蝇科、蝇科出现于新鲜至干化早期;麻蝇科、蚤蝇科、鼓翅蝇科、酪蝇科出现于新鲜至干化末期;水蝇科出现于肿胀至干化末期。鞘翅目成虫出现稍晚,各科具体出现时间为:阎甲科出现于肿胀早中期至干化早期;步甲科、露尾甲科出现于肿胀早中期至干化末期;皮蠹科出现于肿胀早中期至残骸中期;金龟甲科出现于肿胀末期至残骸早期;郭公甲科出现于肿胀末期至残骸中期。膜翅目蚁科成虫出现时间从新鲜期直至残骸中期,几乎贯穿整个腐败过程 (表 3-15)。

表 3-15 室外地表猪尸体上不同腐败阶段出现的成虫类群 (杭州 1995~1996)

科名	腐败阶段				
	新鲜	肿胀	腐烂	干化	残骸
丽蝇科 Calliphoridae					
蝇科 Muscidae					
麻蝇科 Sarcophagidae					
鼓翅蝇科 Sepsidae					
蚤蝇科 Phoridae					
酪蝇科 Piophilidae					
水蝇科 Ephydridae					
步甲科 Carabidae					
隐翅甲科 Staphylinidae					
阎甲科 Histeridae					
露尾甲科 Nitidulidae					
郭公甲科 Cleridae					
皮蠹科 Dermestidae					
金龟甲科 Scarabaeidae					
蚁科 Formicidae					

至于幼虫主要是蝇蛆,其中丽蝇科幼虫出现于新鲜至干化早期,麻蝇科幼虫出现于新鲜末期至干化中期,皮蠹科幼虫出现于肿胀末期至残骸早期,水虻科幼虫出现于腐烂中期至残骸早期(表 3-16)。

表 3-16 室外地表猪尸体上不同腐败阶段出现的幼虫类群 （杭州 1995~1996）

科名	腐败阶段				
	新鲜	肿胀	腐烂	干化	残骸
丽蝇科 Calliphoridae					
麻蝇科 Sarcophagidae					
皮蠹科 Dermestidae					
水虻科 Stratiomyidae					

不同季节之间，成虫出现先后和存在时间长短有着明显的差异。

春季(2~4月)，成虫在尸体上出现的具体时间为：东亚异蚤蝇第 4~15 天，厩腐蝇第 4~29天，丝光绿蝇第 6~36 天，巨尾阿丽蝇第 6~40 天，一种鼓翅蝇第 7~58 天，一种水蝇第 12~60 天，藻角隐翅甲第 16~50 天，肥须亚麻蝇第 19~35 天，宽颈隐翅甲第 19~49 天，元厕蝇第 25~51 天，路舍蚁第 25~60 天，污露尾甲第 30~42 天，一种埋葬甲第 30~48 天，脊胸露尾甲第 30~49 天，棕尾疾步甲第 33~59 天，斑蹠黑蝇第 35~45 天，南方栅蚤蝇第 42 天，一种阎甲第 44 天，巴氏嗡蜣螂第 45 天，裂细步甲第 58 天。其中，巨尾阿丽蝇、一种鼓翅蝇、一种水蝇、宽颈隐翅甲和路舍蚁等出现次数较多，而一种阎甲、巴氏嗡蜣螂、裂细步甲出现次数少，各仅为 1 次。

夏季(5~7月)，多数蝇类成虫在第 1 天即到达尸体。演替顺序为：紫绿蝇第 1~4 天，东亚异蚤蝇第 1~7 天，元厕蝇第 1~8 天，中国小黑家蚁第 1~16 天，肥须亚麻蝇第 1~17 天，大头金蝇第 1~17 天，巨尾阿丽蝇第 1~22 天，厩腐蝇第 1~22 天，南岭绿蝇第 1~24 天，丝光绿蝇第 1~24 天，酪蝇第 1~40 天，路舍蚁第 1~40 天，一种水蝇第 2~21 天，一种鼓翅蝇第 2~25 天，藻角隐翅甲第 2~31 天，宽颈隐翅甲第 2~32 天，三角嗡蜣螂第 2~33 天，巴氏嗡蜣螂第 2~33 天，白腹皮蠹第 2~40 天，一种阎甲第 3~5 天，斑蹠黑蝇第 3~8 天，棕尾疾步甲第 4~10 天，污露尾甲第 5~25 天，一种葬甲第 6~18 天，横带花蝇第 7~12 天，赤颈郭公甲第 18~40 天，裂细步甲第 30~33 天。其中，酪蝇、路舍蚁、白腹皮蠹、赤颈郭公甲、鼓翅蝇等出现次数较多，而横带花蝇、裂细步甲等出现次数较少。

秋季(8~10月)，绝大多数种类成虫在 2 d 之内到达尸体，与夏季相比种类有所减少。具体情况是：厩腐蝇出现于第 1~3 天，南岭绿蝇第 1~4 天，丝光绿蝇第 1~5 天，中国小黑家蚁第 1~7 天，大头金蝇第 1~8 天，路舍蚁第 1~18 天，元厕蝇第 1~19 天，肥须亚麻蝇和酪蝇均为第 1~22 天，一种阎甲第 2~4 天，白腹皮蠹第 2~16 天，三角嗡蜣螂第 2~25 天，宽颈隐翅甲第 2~27 天，赤颈郭公甲第 6~9 天，南方栅蚤蝇第 9 天，巴氏嗡蜣螂第 14 天，斑蹠黑蝇第 28 天。

冬季(11月~次年1月)，种类更少，成虫出现先后顺序是：丝光绿蝇第 2~6 天，肥须亚麻蝇第 2~7 天，一种鼓翅蝇第 2~10 天，大头金蝇第 2~11 天，白腹皮蠹第 6~8 天，酪蝇第 8~11 天，宽颈隐翅甲第 8~14 天。本季的中末期基本上没有昆虫在尸体上出现。

不同季节之间,尸体上出现的幼虫种类及出现的时间同样有着明显的差异。

春季见到3种幼虫。巨尾阿丽蝇一般出现在第13~24天,最早出现在第12天,最迟在第28天;丝光绿蝇一般在第19~33天,最早在第14天,最迟在第35天;一种鼓翅蝇一般在第28~43天,最早在第15天,最迟在第50天。

夏季可见7种幼虫。丝光绿蝇和南岭绿蝇一般出现在第2~8天,最早在第1天,最迟在第15天;紫绿蝇一般在第2.5~8天,最早在第2天,最迟在第10天;大头金蝇一般在第2.5~9天,最早在第1天,最迟在第16天;肥须亚麻蝇一般在第3~16天,最早在第1天,最迟在第22天;巨尾阿丽蝇一般在第3.5~13天,最早在第3天,最迟在第17天;白腹皮蠹一般在第13~22天,最早在第6天,最迟在第40天。

秋季见到5种幼虫。南岭绿蝇一般出现在第2~4.5天,最早在第1天,最迟在第5天;肥须亚麻蝇一般在第2~27天,最早在第1天,最迟在第31天;大头金蝇一般在第2.25~7.25天,最早在第2天,最迟在第13天;丝光绿蝇一般在第2.5~7天,最早在第2天,最迟在第9天;白腹皮蠹一般在第18~35天,最早在第8天,最迟在第40天。

冬季仅见到2种幼虫。肥须亚麻蝇一般出现在第3~13天,最早在第2天,最迟在第16天;丝光绿蝇一般在第4~16天,最早在第3天,最迟在第19天。

猪尸体上出现的昆虫种类数在不同季节和不同腐败阶段之间均存在着明显差异,详见表3-17。夏季出现的种类最多,计27种;冬季最少,7种;春、秋两季大体相等。各腐败阶段中以腐烂阶段(Ⅲ)出现的种类数最多,占全季出现种类总数的百分比分别是:春季59%,夏季48%,秋季29%,冬季100%。出现昆虫种类最少的阶段各季节间有一定差异,春季以新鲜阶段(Ⅰ)最少,出现种类数为0;夏季亦以新鲜阶段最少,占全季种类总数的22%;秋季以干化阶段(Ⅳ)出现的种类最少,占全季种类总数的14%;冬季以残骸阶段(Ⅴ)最少,出现种类数为0。

表3-17　不同季节室外地表猪尸体上出现的昆虫种类数量

(杭州　1995~1996)

季节	月份	昆虫种类总数	各腐败阶段出现的种类数				
			Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
春季	2~4月	22	0	7	13	6	5
夏季	5~7月	27	6	11	13	7	7
秋季	8~10月	21	4	6	6	3	5
冬季	11~1月	7	4	4	7	1	0

室外地表猪尸体上最早出现的昆虫种类有:东亚异蚤蝇、厩腐蝇、巨尾阿丽蝇、鼓翅蝇、丝光绿蝇、南岭绿蝇、大头金蝇、肥须亚麻蝇等。最迟出现的有:斑蹠黑蝇、三角嗡蜣螂、巴氏嗡蜣螂、路舍蚁、白腹皮蠹、赤颈郭公甲等。不同季节、月份间有一定差异(表3-18)。东亚异蚤蝇常是2~5月室外猪尸体上最早出现的种类,南岭绿蝇常是6~8月最早出现的种类,而大头金蝇则常是8~11月最早出现的种类。至于最迟出现的种类,似乎没有明显的规律。

表 3-18 不同时期室外地表猪尸体上最早和最迟出现的昆虫种类 (杭州 1995)

观察时期(月-日)	试验材料	最早出现的种类	最迟出现的种类
02-03~04-15	乳猪	厩腐蝇、东亚异蚤蝇	斑跗黑蝇
03-08~05-08	乳猪	东亚异蚤蝇、巨尾阿丽蝇	三角嗡蜣螂
04-29~05-31	心脏	鼓翅蝇、东亚异蚤蝇	三角嗡蜣螂
06-04~06-28	心脏	丝光绿蝇、南岭绿蝇	路舍蚁
07-10~07-29	心脏	丝光绿蝇、南岭绿蝇	白腹皮蠹、赤颈郭公甲
07-31~08-31	心脏	大头金蝇、南岭绿蝇	赤颈郭公甲
09-04~10-02	心脏	大头金蝇、肥须亚麻蝇	巴氏嗡蜣螂
10-03~10-25	心脏	大头金蝇、丝光绿蝇	肥须亚麻蝇
11-05~11-21	心脏	大头金蝇、丝光绿蝇	白腹皮蠹

室外地表猪尸体上出现的优势幼虫种类,随着季节、月份的推移表现出一定的更替现象。2~4月,巨尾阿丽蝇占优势;5~6月,南岭绿蝇;7~9月,大头金蝇;10月,丝光绿蝇;11月,肥须亚麻蝇(表3-19)。

表 3-19 不同时期室外地表猪尸体上的优势幼虫种类 (杭州 1995)

观察时期(月-日)	试验材料	优势幼虫种类	出现的腐败阶段
02-03~04-15	乳猪	巨尾阿丽蝇	Ⅲ,Ⅳ
03-08~05-08	乳猪	巨尾阿丽蝇	Ⅱ,Ⅲ,Ⅳ
04-29~05-31	心脏	南岭绿蝇	Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ,Ⅳ
06-04~06-28	心脏	南岭绿蝇	Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ,Ⅳ
07-10~07-29	心脏	大头金蝇	Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ,Ⅳ
07-31~08-31	心脏	大头金蝇	Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ,Ⅳ
09-04~10-02	心脏	大头金蝇	Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ,Ⅳ
10-03~10-25	心脏	丝光绿蝇	Ⅱ,Ⅲ,Ⅳ
11-05~11-21	心脏	肥须亚麻蝇	Ⅱ,Ⅲ,Ⅳ

3.3 土埋尸体

Mégnin(1887, 1894)和 Motter(1898)首先发现从土中掘出的尸体上有其特殊的昆虫区系。后来,Schmitz(1928)、朱弘复等(1975)以及 Leclercq(1975)证实了他们的发现。埋葬通过排除好气细菌和通常的无脊椎动物区系而阻碍腐败过程,然而有限的、多少不同的区系还是发生,随着土埋深度和特点的不同而有变化。

盖上一层泥土阻碍了一些昆虫的发生,但不是所有暴露尸体上的昆虫种类都绝对不出

现在土埋尸体上(表3-1,3-20;图3-1)。土埋尸体最主要的特点是重量下降减缓,尸体较长时间存在(图3-2,3-3)。Payne et al.(1968a)探明埋葬猪尸降至初重的20%需要6~8周,而暴露尸体则在1周内即降到初重的10%。Fourman(1936, 1938)和Lundt(1964)在德国的工作亦证实了这一点。

有些昆虫产卵于土表,初孵幼虫穿过土层抵达尸体。如蝇科的腐蝇属 *Muscina* 和日蝇科 Heleomyzidae 的 *Morpholeria kerteszi*。另有些成虫穿过土层产卵于尸体上,如喽蜡虫科 Rhizophagidae、隐翅甲科 Staphylinidae 和蚤蝇科 Phoridae。寄生性的茧蜂科 Braconidae 和细蜂科 Proctotrupidae 成虫也可在50 cm深处找到(Lundt 1964)。丽蝇是暴露尸体上的主要成员,通过仅仅覆盖2.5 cm土层即可完全排除。其他一些成员则可能数量少些,出现迟些。

Lundt(1964)发现在2.5~10 cm表土层中,腐蝇属 *Muscina* 幼虫占优势。在较深处他发现了蚤蝇科的 *Conicera* 属和 *Metopina* 属以及隐翅甲科的 *Atheta* 属。*Conicera* 属可以出现在埋有死了大约12个月的猪尸处的土表,能作为土下有尸体的指示物。

表3-20 土埋人尸上昆虫区系演替中的主要成员

(据 Mégnin 1894, Johnston et al. 1897, Smith 1973)

波别	主要成员	大约时间
第1波	丽蝇属 *Calliphora* 和厩腐蝇 *Muscina stabulans*	
第2波	黑蝇属 *Ophyra*	
第3波	蚤蝇科 Phoridae(*Conicera* 属可出现在地表)	1年
第4波	*Rhizophagus parallelocollis* (喽蜡虫科) *Philonthus* (隐翅甲科)	2年

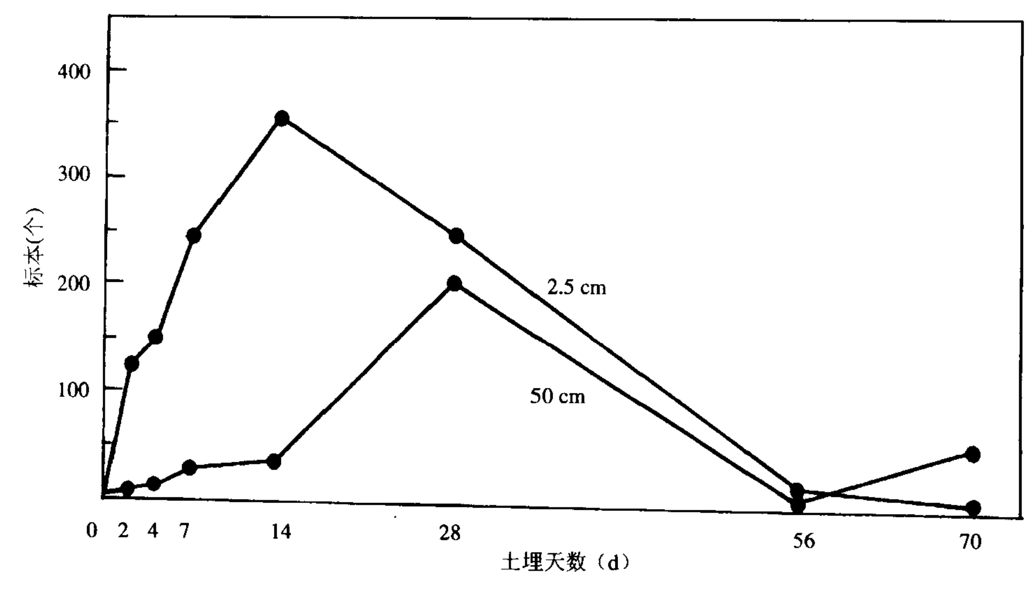


图3-1 深度对土埋尸体上昆虫区系的影响 (仿 Lundt 1964)

在土埋人尸的研究中,Rodriguez 和 Bass(1985)指出,在土下1.2 m,即使1年后,大量的

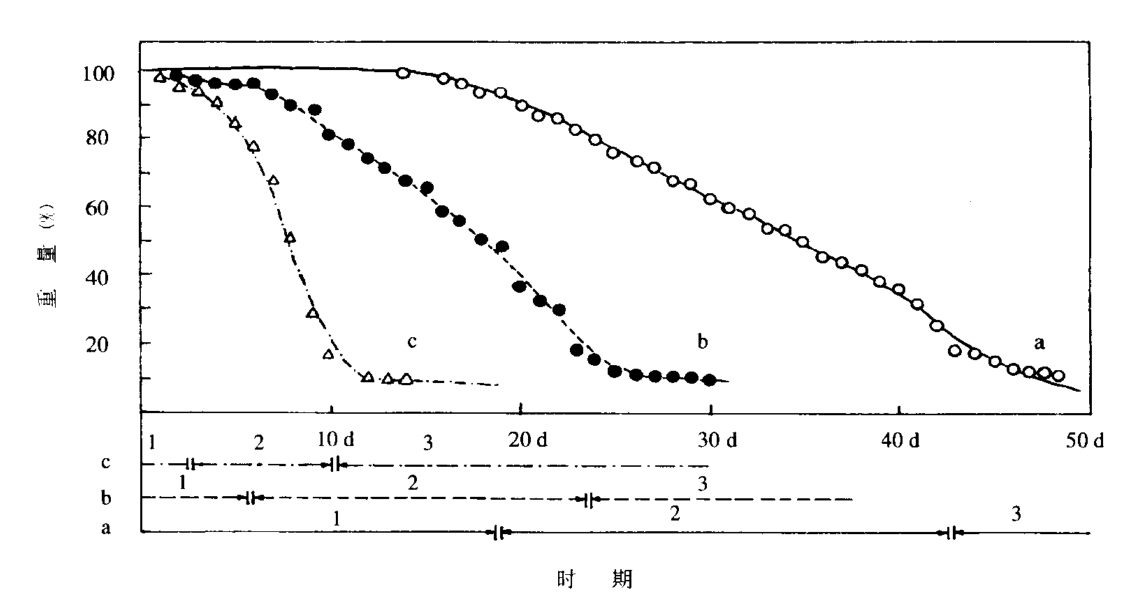


图 3－2　在波兰土埋对堤鼠 *Clethrionomys glareolus* Schreber 尸体重量下降的影响

（仿 Nabaglo　1973）

a. 春季地下　b. 夏季地下　c. 夏季地表

1. 初期　2. 迅速腐败期　3. 残留期

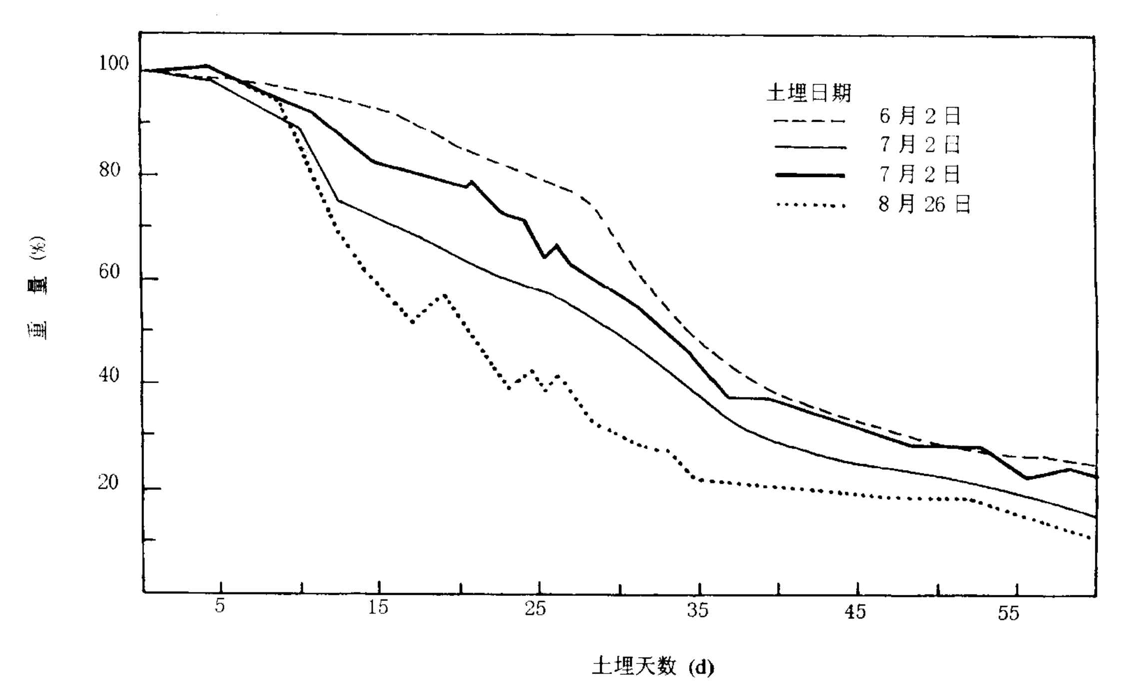


图 3－3　1966 年在美国南卡罗来纳州土埋猪尸的结果

（仿 Payne et al.　1968 a）

组织依然存在，没有出现尸食性昆虫。表 3－21 摘录了他们的研究结果，特别说明了深度的重要性，附带也说明了季节的影响。

土埋人尸上的昆虫种类依深度、季节、地理位置、土壤特性、埋葬时间长短等而不同。当

昆虫学证据在一些埋葬案例中对决定死亡日期用处不大时，它对说明葬前历期仍可以有意义。表 3 - 22 根据 Nuorteva(1977)的意见编成，即土埋尸体上存在有特定种类时可说明葬前曾暴露了多久。

表 3 - 21　土埋对人尸腐败及昆虫发生的影响

（据 Rodriguez et al.　1985）

序号	埋葬月份	埋葬期	深度	掘出时状况
1	5月	12个月	1.2 m	几乎未腐解，大量组织仍然存在，体躯覆有白色尸蜡。未发现尸食性昆虫
2	6月	6个月	0.6 m	少量腐解，头和躯体仍留有大量组织，四肢露出骨骼。未发现尸食性昆虫
3	8月	3个月	0.3 m	普遍腐解，胸腹部留有稀少的组织。发现有许多双翅目幼虫、蛹以及一些死成虫，土表有金龟甲科和隐翅甲科甲虫
4	10月	1个月	0.3 m	少量腐解，脸和腹部肿胀，液体自自然孔口渗出。存在有大小不同的双翅目幼虫，土表有金龟甲科和隐翅甲科甲虫
5	1月	2.5个月	0.3 m	中等腐解，组织仍然存在（尸体解剖时内部器官位置未变）。存在少量丽蝇科和麻蝇科幼虫
6	1月	2.5个月	0.3 m	中等腐解，组织仍然存在（尸体解剖时内部器官位置未变）。存在少量丽蝇科和麻蝇科幼虫

表 3 - 22　根据土下尸体上的昆虫种类推测葬前历期　（据 Nuorteva　1977）

出现的昆虫类群	葬前历期
丽蝇科 Calliphoridae 幼虫	至少 1 d
阎甲科 Histeridae 幼虫或成虫	至少 2 或 3 d
酪蝇科 Piophilidae 幼虫	至少 1 周
皮蠹科 Dermestidae 幼虫或成虫	至少 2 周

在美国，Payne et al.(1968 a)发现土埋猪尸上的昆虫主要是异前平结蚁 *Prenolepis imparis* (Say)、蚤蝇科（*Dohrniphora* 和 *Metopina*）以及隐翅甲科（*Aleochara* 和 *Oxytelus*）。Payne et al.(1968 a) 将土埋猪尸上昆虫区系演替划分为以下 5 个演替波：

（1）新鲜　自死亡至开始肿胀，历时约 3 d。蚂蚁，特别是异前平结蚁 *Prenolepis imparis*

活跃地取食血液，以及嘴、耳、腹部等处潮湿的皮肤。

(2) 肿胀　蚂蚁以及下列双翅目昆虫(第3天到达)是主要成员：*Leptocera* spp.(小粪蝇科 Sphaeroceridae)，*Dohrniphora incisuralis* (Loew)和 *Metopina subarcuata* Borgmeier (蚤蝇科 Phoridae)。第5天可见到毛蠓科 Psychodidae 昆虫。到第7天(下阶段开始了)为止，小粪蝇科 Sphaeroceridae 和蚤蝇科 Phoridae 幼虫取食很活跃。

(3) 瘪腐　蚂蚁和蛆虫取食明显决定了尸体瘪缩的时间和速率。此期间气味强烈。到第10天止，蝇和蛆均甚多。此时期隐翅甲科 Staphylinidae 昆虫 *Oxytelus insignitus* Gravenhorst 和 *Aleochara* spp.取食小蛆虫，瘿蜂科 Cynipidae 和锤角细蜂科 Diapriidae 寄生蜂到达尸体。在液体凝结物上出现了真菌和细菌菌落。

(4) 肢体断碎　蛆和蝇甚多，毛蠓科 Psychodidae、蚤蝇科 Phoridae 和小粪蝇科 Sphaeroceridae 的幼虫在存留的软组织附近特别活跃。螨、跳虫、鞘翅目隐食甲科 Cryptophagidae、双翅目尖眼蕈蚊科 Sciaridae 以及马陆 *Cambala annulata* 出现。真菌和细菌菌落覆盖尸体。到本阶段末了蝇蛆爬离。在第30～60天内，木螨属 *Caloglyphus*、两种跳虫 *Folsomia fimetaria* L.和 *Hypogastrura armata* Nicolet 是主要的食尸动物。

(5) 白骨化　蚂蚁、蝇、跳虫和螨是主要成员。蜘蛛、蜈蚣和马陆亦存在。

马玉堃(1996)在杭州将猪尸体埋于室外地下，查得地下尸体上有昆虫9科19种，详见表3-23。其中14种仅见成虫，其余5种成虫和幼虫均存在于尸体上。步甲科 Carabidae 和隐翅甲科 Staphylinidae 为捕食性种类，其余均为腐食性。

在腐败的第1阶段几乎没有昆虫出现在地下猪尸体上，只是偶尔在新鲜后期才有零星的水蝇或蚂蚁出现。随后，成虫的演替情况如表3-24，幼虫的演替情况如表3-25。

表3-23　室外地下猪尸体上出现的昆虫种类　(杭州　1995)

科	种	出现虫态	食性
蝇　科 Muscidae	斑蹠黑蝇 *Ophyra chalcogaster*	成虫、幼虫	腐食
蚤蝇科 Phoridae	东亚异蚤蝇 *Megaselia spiracularis*	成虫、幼虫	腐食
	南方栅蚤蝇 *Diploneura peregrina*	成虫、幼虫	腐食
水蝇科 Ephydridae	1种，种名待定	成虫	腐食
沼大蚊科 Limnobiidae	1种，种名待定	成虫、幼虫	腐食
步甲科 Carabidae	短鞘步甲 *Pheropsophus jessoensis*	成虫	捕食
	暗双步甲 *Diplous catigatus*	成虫	捕食
	缨懒步甲 *Bradycellus fimbriatus*	成虫	捕食
	绵颈步甲 *Dyschirius ovicollis*	成虫	捕食
	棕尾疾步甲 *Tachyura fuscicauda*	成虫	捕食
	喀诺步甲 *Trephionus kinoshitai*	成虫	捕食
	裂细步甲 *Hololeius ceylanicus*	成虫	捕食
	栗细步甲 *Clivina castanea*	成虫	捕食

续表 3-23

科	种	出现虫态	食性
隐翅甲科 Staphylinidae	藻角隐翅甲 *Aleochara fucicola*	成虫	捕食
	宽颈隐翅甲 *Philonthus rectangulus*	成虫	捕食
露尾甲科 Nitidulidae	脊胸露尾甲 *Carpophilus dimidiatus*	成虫、幼虫	腐食
金龟甲科 Scarabaeidae	三角嗡蜣螂 *Onthophagus tricornis*	成虫	腐食
	巴氏嗡蜣螂 *Onthophagus balthasari*	成虫	腐食
蚁　科 Formicidae	路舍蚁 *Tetramorium caespitum*	成虫	腐食

表 3-24　室外地下猪尸体上不同腐败阶段出现的成虫类群　（杭州　1995）

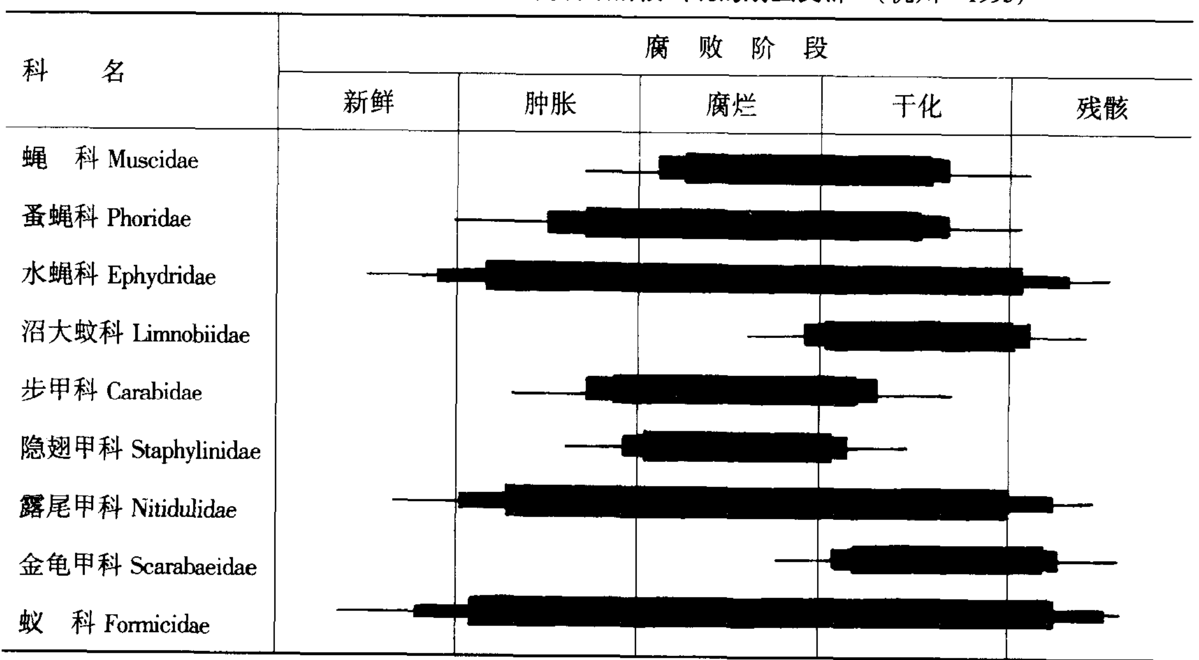


表 3-25　室外地下猪尸体上不同腐败阶段出现的幼虫类群　（杭州　1995）

科名	腐败阶段				
	新鲜	肿胀	腐烂	干化	残骸
蝇　科 Muscidae					
蚤蝇科 Phoridae					
沼大蚊科 Limnobiidae					
露尾甲科 Nitidulidae					

随着埋葬深度的增加，腐败过程相应延长，即使少量猪肉的观察结果亦是如此（表 3 -

26)。观察所见昆虫种数没有差异,均为9种。在第1,2阶段两者均为0;埋于20~30 cm处,第3,4,5阶段各见9,3,2种;埋于45~55 cm处,各见7,5,1种。同种昆虫在45~55 cm处出现的时间比在20~30 cm处要迟一些,存在期限则要长得多。最早出现的成虫种类,20~30 cm和45~55 cm处均为3种,其中2种,即东亚异蚤蝇 *Megaselia spiracularis* 和藻角隐翅甲 *Aleochara fucicola* 在两种深度下均存在,不同的1种,20~30 cm处为脊胸露尾甲 *Carpophilus dimidiatus*,45~55 cm处为路舍蚁 *Tetramorium caespitum*。最迟出现的成虫,在两种深度下均为裂细步甲 *Hololeius ceylanicus*。

表3-26 不同深度下猪肉各腐败阶段的持续天数比较 (杭州 1995)

观察时期	材料重量(g)	埋葬深度(cm)	腐败阶段(d)				
			Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
4~7月	500	20~30	7	6	28	34	>40
4~10月	500	45~55	9	20	84	59	>40

关于土埋对于尸体分解和尸体上昆虫区系的影响,最后应特别指出在土壤类型间无疑存在着较明显的差异。土壤类型不同,特性即有别,土栖昆虫种类、数量便会有所不同,加上对土埋尸体气味散发、昆虫穿透土层的难易等影响又有不同,因此土壤类型带来的影响颇值得注意。可惜,这方面尚缺乏具体研究。

3.4 水淹尸体

在水中,由于热量损失比在空气中要快得多,故尸体腐败显然较缓慢。

据 Simpson(1985)描述:人尸在水中,头沉得低,血液集中于头部和颈部,故腐败从头、颈部开始;胁腹(flank)及至死后5或6 d才变淡绿色;在一般气候条件下,死后6~10 d,气体产生才会导致尸体上浮;手、足皮肤10~12 h后皱起,大约10 d后可容易地剥下,到此时,头发松动;死后3~4周,手指甲、脚趾甲很容易取下。夏天,上述各时间可减少一半。最后,肌肉掉入污泥,骨架崩溃。

Simpson 也提供了具有法医学意义的人类外寄生物方面的一些信息。蚤约经24 h淹死;若浸水只12 h,大约1 h后可以复活;浸水18~20 h,则需4~5 h方可复活。体虱常于浸水12 h后死亡。原来存在于尸体上的丽蝇幼虫,浸水后存活不久,若从水中捞起时仍然活着,说明不久前刚从他处移入水中(Aruzhonov 1963)。若水域被污水、污物或化学品污染,以及电站附近水温提高了,都可以改变其中尸体上的昆虫区系,并影响昆虫的发育速率。

整个被水淹没的尸体与暴露或土埋的相比,动物区系明显不同,但若部分突出水面或浸入前曾暴露一些时候,丽蝇和其他"表面"昆虫可以出现。淡水中与海水中的区系也不一样。Mégnin(1894)报告蔓脚类出现于水浸尸体上,其大小可指出浸水时间的长短。其他甲壳纲 Crustacea,如虾、对虾,大概也包括蟹,会取食海中淹没的尸体。Holzer(1939)报告,毛翅目

Trichoptera 幼虫(图 3-4)取食浸水 24 h 的胎儿,食痕十分明显。

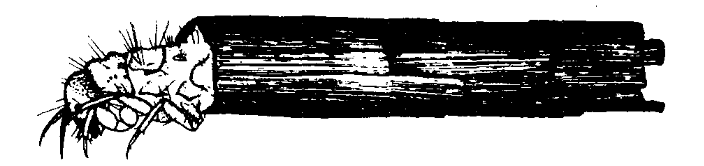


图 3-4　毛翅目幼虫　(仿 Smith　1986)

关于水淹尸体方面,到目前为止惟一详尽的工作是 Payne et al. (1972)在美国以猪尸体为材料进行的(图 3-5,3-6)。整个腐败过程,他们共区分为 6 个时期:

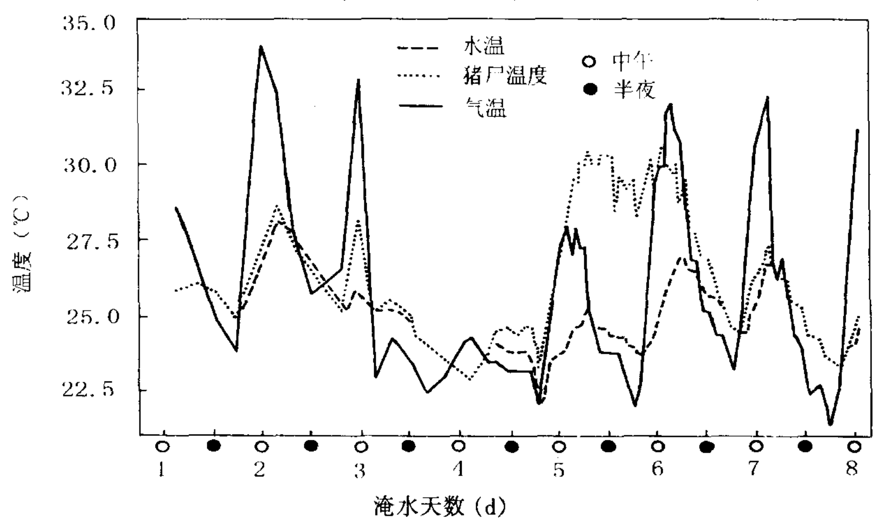


图 3-5　在美国南卡罗来纳州将猪尸淹入水中试验期间水、空气、尸体三者的温度比较
(仿 Payne et al.　1972)

(1) 新鲜期　刚浸入水中时,少数漂浮,大多数下沉。夏天 1~2 d 后肿胀,开始上浮,但秋冬季要沉没 2~3 周。此时期,尸体上只有水龟虫科 Hydrophilidae 发生。

(2) 漂浮早期　肿胀的腹部首先突出水面,很快被丽蝇产卵。在各暴露部分产卵的主要丽蝇是 *Phaenicia caeruleiviridis* (Macquart)和 *Cochliomyia macellaria* (F.)。与暴露地面的猪尸相比,Payne 和 King 发现有更多的蝇类前来产卵。亦发现有更多其他的蝇和蜂被吸引来,但除了丽蝇和一些小蝇类之外,很少停下来取食。捕食性蜂类取食丽蝇成虫和卵,亦取食肿胀猪尸的汁液。腐败气味显著,水面明显出现气泡。暴露部分很快从粉红色或绿色变成蓝黑色。

(3) 漂腐期　在夏天丽蝇卵于产后第 3 天(在肿胀尸体上产下后约 24 h)孵化。由于自然孔口被淹没,小幼虫无法从自然孔口进入,皮肤被咬食而出现许多小孔。丽蝇产卵到第 5 天停止,而埋葬甲 *Necrodes surinamensis* (F.)和隐翅甲 *Staphylinus maxillosus* L.则取食丽蝇幼虫。腐败气味类似烂黄瓜,夜间尸体上有很多隐翅甲和阎甲。

(4) 进一步腐败期　蛆虫活动频繁,层层泡沫覆盖水面和尸体。许多蛆虫和捕食性甲虫因尸体露出水面的部分减少,而被迫进入水中。到第 7 天大部分暴露组织已消失,蛆虫只得转移。阎甲、隐翅甲和埋葬甲大量捕食蛆虫团。

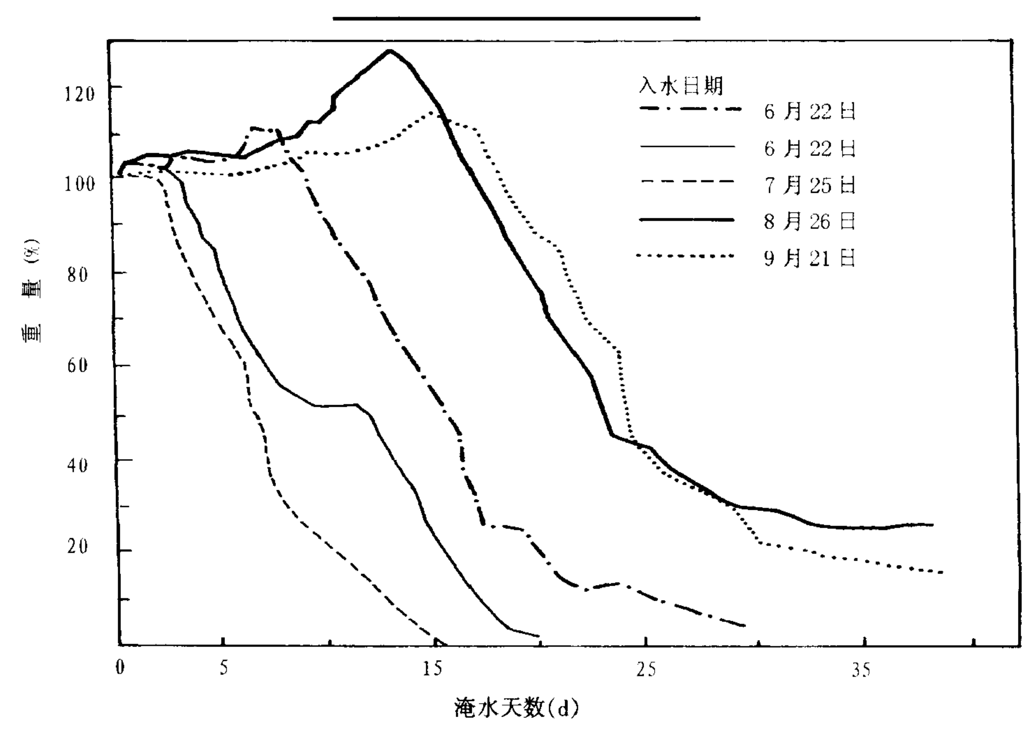


图3-6 1966年夏秋淹水猪尸的重量变化 (仿 Payne et al. 1972)

(5) 漂浮末期 很少有蝇蛆和阎甲科昆虫剩留在尸体上,小粪蝇科、蚤蝇科、果蝇科和毛蠓科昆虫在漂浮的遗体上取食。水面有很多死蛆虫。此时期历时4~14 d,最后以遗体下沉而告结束。

(6) 沉没残存期 本时期仅残留骨骼和少量皮肤,历时10~30 d。分解最后由细菌和真菌完成。库蚊 *Culex pipiens quinquefasciatus* (Say)幼虫在其周围脏水中数量很多。毛蠓科Psychodidae、小粪蝇科 Sphaeroceridae、黄潜蝇科 Chloropidae 成虫大概取食漂浮的死蛆虫和尸体碎片。

他们一共采集到37科102种昆虫,其中93种在地表猪尸研究中曾找到过(表3-27)。

表3-27 1966~1967年在美国南卡罗来纳州水淹及其他条件下从猪尸体上采得的昆虫种类
(据 Payne et al. 1972,略有更改)

种 类	大概食性	尸体所处环境条件
半翅目 Hemiptera		
缘蝽科 Coreidae		
Megalotomus quinquespinosus (Say)	腐食	水淹、地表、树上
Alydus eurinus (Say)	腐食	水淹、地表、树上
鞘翅目 Coleoptera		
水龟虫科 Hydrophilidae		
Cercyon praetextatus (Say)	未详	水淹
Cercyon terminatum Marsham	未详	水淹

续表 3-27

种　　类	大概食性	尸体所处环境条件
Cercyon maculatus Melsheimer	未详	水淹、地表
Cercyon pubescens LeConte	未详	水淹
埋葬甲科 Silphidae		
Nicrophorus orbicollis (Say)	捕食	水淹、地表
Nicrophorus vespilloides Herbst	捕食	水淹、地表、树上
Necrodes surinamensis (Fabricius)	捕食	水淹、地表、树上
Silpha americana Linnaeus	捕食	水淹、地表、树上
隐翅甲科 Staphylinidae		
Oxytelus insignitus Gravenhorst	捕食	水淹、地表、土埋
Staphylinus maxillosus Linnaeus	捕食	水淹、地表、树上
Quedius sp.	捕食	水淹、地表
Aleocharinae 1未定种	捕食	水淹、地表、土埋、树上
阎甲科 Histeridae		
Hister abbreviatus Fabricius	捕食	水淹、地表
Hister circinans Casey	捕食	水淹、地表
Euspilotus assimilis (Paykull)	捕食	水淹、地表、树上
露尾甲科 Nitidulidae		
Omosita colon (Linnaeus)	腐食	水淹、地表、树上
六蕈甲科 Erotylidae		
Tritoma erythrocephala Lacordaire	腐食	水淹
Tritoma affinis LeConte	腐食	水淹、地表
Tritoma atriventris LeConte	腐食	水淹
Triplax festiva LeConte	腐食	水淹
鳞翅目 Lepidoptera		
弄蝶科 Hesperiidae		
Epargyreus clarus (Cramer)	腐食	水淹、地表
天蛾科 Sphingidae		
Amphion nessus (Cramer)	腐食	水淹、地表
尺蛾科 Geometridae		
Anavitrinella pampinaria (Guenee)	腐食	水淹、地表、树上
Epimecis virginaria (Cramer)	腐食	水淹、地表
螟蛾科 Pyralidae		
Anageshna primordialis (Dyar)	腐食	水淹、地表

续表 3－27

种　　类	大概食性	尸体所处环境条件
双翅目 Diptera		
毛蠓科 Psychodidae		
Tematoscopus albipunctatus (Williston)	腐食	水淹、地表、土埋、树上
蚊科 Culicidae		
Culex pipiens quinquefasciatus (Say)	腐食	水淹
蕈蚊科 Mycetophilidae		
Mycomya sp.	腐食	水淹、地表
尖眼蕈蚊科 Sciaridae		
Bradysia sp.	腐食	水淹、地表、土埋
粪蚊科 Scatopsidae		
Scatopse notata (Linnaeus)	腐食	水淹、地表、树上
水虻科 Stratiomyidae		
Ptecticus trivittatus (Say)	腐食	水淹、地表、树上
Hermetia illucens (Linnaeus)	腐食	水淹、地表、树上
食虫虻科 Asilidae		
Erax sp.	捕食	水淹、地表、树上
Asilus sp.	捕食	水淹、地表、树上
蚤蝇科 Phoridae		
Megaselia sp.	腐食	水淹、地表、树上
食蚜蝇科 Syrphidae		
Mesograpta polita (Say)	腐食	水淹、地表、树上
Milesia virginensis (Drury)	腐食	水淹、地表、树上
斑蝇科 Otitidae		
Euxesta notata (Wiedemann)	腐食	水淹、地表、树上
Euxesta pechumani Curran	腐食	水淹、地表、树上
扁口蝇科 Platystomatidae		
Rivellia steyskali Namba	腐食	水淹、地表、树上
鼓翅蝇科 Sepsidae		
Meroplius stercorarius (Robineau-Desvoidy)	腐食	水淹、地表、树上
Sepsis neocynipsea Melander & Spuler	腐食	水淹、地表、树上
Sepsis punctum (Fabricius)	腐食	水淹、地表、树上
酪蝇科 Piophilidae		
Piophila latipes Meigen	腐食	水淹、地表、树上

续表 3-27

种　　类	大概食性	尸体所处环境条件
Piophila nigriceps Meigen	腐食	水淹、地表、树上
Prochyliza xanthostoma Walker	腐食	水淹、地表、树上
Stearibia foveolata Meigen	腐食	水淹
小粪蝇科 Sphaeroceridae		
Copromyza atra (Meigen)	腐食	水淹、地表、树上
Leptocera coenosa (Fallen)	腐食	水淹、地表、土埋、树上
Leptocera hirtula (Rondani)	腐食	水淹、地表、树上
果蝇科 Drosophilidae		
Drosophila quinaria Loew	腐食	水淹、地表、树上
Drosophila affinis Sturtevant	腐食	水淹、地表、树上
黄潜蝇科 Chloropidae		
Hippelates pallipes (Loew)	腐食	水淹、地表、树上
Hippelates pusio Loew	腐食	水淹、地表、树上
Oscinella neocoxendix Sabrosky	腐食	水淹、地表、树上
花蝇科 Anthomyiidae		
Hylemya cinerella (Fallen)	腐食	水淹、地表、树上
Anthomyia oculifera Bigot	腐食	水淹、地表、树上
蝇科 Muscidae		
Gymnodia arcuata (Stein)	腐食	水淹、地表、树上
Fannia howardi Malloch	腐食	水淹、地表、土埋、树上
Fannia scalaris (Fabricius)	腐食	水淹、地表、树上
Hydrotaea houghi Malloch	腐食	水淹、地表、树上
Hydrotaea occulta (Meigen)	腐食	水淹、地表、树上
Ophyra leucostoma (Wiedemann)	腐食	水淹、地表、树上
Muscina assimilis (Fallen)	腐食	水淹、地表、树上
Muscina stabulans (Fallen)	腐食	水淹、地表、树上
Morellia micans (Macquart)	腐食	水淹、地表、树上
Musca domestica Linnaeus	腐食	水淹、地表、树上
Stomoxys calcitrans (Linnaeus)	腐食	水淹、地表、树上
丽蝇科 Calliphoridae		
Cochliomyia macellaria (Fabricius)	腐食	水淹、地表、树上
Phormia regina (Meigen)	腐食	水淹、地表、树上
Phaenicia caeruleiviridis (Macquart)	腐食	水淹、地表、树上

续表 3-27

种　　类	大概食性	尸体所处环境条件
Phaenicia cuprina (Wiedemann)	腐食	水淹、地表、树上
Phaenicia pallescens (Shannon)	腐食	水淹、地表、树上
Phaenicia sericata (Meigen)	腐食	水淹、地表、树上
Calliphora livida Hall	腐食	水淹、地表、树上
Calliphora vicina Robineau-Desvoidy	腐食	水淹、地表、树上
Calliphora vomitoria (Linnaeus)	腐食	水淹、地表、树上
Cynomyopsis cadaverina (Robineau-Desvoidy)	腐食	水淹、地表、树上
麻蝇科 Sarcophagidae		
Boettcheria latisterna Parker	腐食	水淹、地表、树上
Oxysarcodexia cingarus (Aldrich)	腐食	水淹、地表、树上
Oxysarcodexia ventricosa (Wulp)	腐食	水淹、地表、树上
Ravinia derelicta (Walker)	腐食	水淹、地表、树上
Ravinia latisetosa Parker	腐食	水淹、地表、树上
Ravinia ochracea (Aldrich)	腐食	水淹、地表、树上
Ravinia pusiola (Wulp)	腐食	水淹、地表、树上
Ravinia sueta (Wulp)	腐食	水淹、地表、树上
Sarcophaga bullata Parker	腐食	水淹、地表、树上
Sarcophaga sarracenioides Aldrich	腐食	水淹、地表、树上
Sarcophaga triplasia Wulp	腐食	水淹、地表、树上
Sarcophaga utilis Aldrich	腐食	水淹、地表、树上
膜翅目 Hymenoptera		
茧蜂科 Braconidae		
Aphaereta pallipes (Say)	寄生	水淹、地表
Aphaereta soronastes Mason	寄生	水淹、地表
Alysia ridibunda Say	寄生	水淹、地表、树上
环腹瘿蜂科 Figitidae		
Neralsia sp.	寄生	水淹
Figites sp.	寄生	水淹、地表、树上
瘿蜂科 Cynipidae		
Pseudeuccila sp.	寄生	水淹、地表、树上
胡蜂科 Vespidae		
Vespula maculifrons (Buysson)	杂食	水淹、地表、树上
Vespula maculata (Linnaeus)	杂食	水淹、地表、树上

续表 3-27

种　　类	大概食性	尸体所处环境条件
隧蜂科 Halictidae		
Lasioglossum sp.	腐食	水淹、地表
蜜蜂科 Apidae		
Apis mellifera Linnaeus	腐食	水淹、地表、树上

在水浸尸体的研究中，为方便起见，常采用人为设置的沉没罐（水罐），这对区系多少有些影响。在自然条件下，而不是在人工设置的沉没罐中，区系当会丰富得多，会包括更多幼虫食腐肉的真正水生昆虫。这方面的试验很值得进行。

数年前，Vance et al.（1995）用 40 头新生小猪的尸体，模拟不同腐败阶段，先后置于自行设计的认为影响最小的装置中，于夏初浸于美国衣阿华州一淡水湖中，共采得 5 目、12 科、20 种与尸体有关的水生昆虫（表 3-28），此外，尚有蜱螨目的水螨科 Hydrachnidae 和甲壳纲端足目 Amphipoda 的动物。许多只采得 1 次，采得次数最多的是摇蚊幼虫（30 次）和蜉蝣稚虫（20 次，其中 *Caenis latipennis* Banks 9 次，*Baetis intercalaris* McDunnough 4 次）。新鲜阶段，与 Payne et al.（1972）只采得水龟虫不一样，Vance et al. 采得了 2 种蜉蝣（*Baetis intercalaris* McDunnough 和 *Caenis* sp.）稚虫以及摇蚊幼虫。在所有对照装置中，前后一共采得 3 目 5 科 6 种昆虫（表 3-28），此外同样亦采得水螨和端足目动物。

表 3-28　在一淡水湖中与猪尸体有关的水生昆虫　（Vance et al.　1995）

目	亚目	科	属	种	虫态
蜉蝣目 Ephemeroptera	短盾蜉亚目 Schistonota	四节蜉科 Baetidae	*Baetis*	*propinguus* (Walsh)	稚虫
*		四节蜉科 Baetidae	*Baetis*	*intercalaris* McDunnough	稚虫
*		四节蜉科 Baetidae	*Baetis*	*flavistriga* McDunnough	稚虫
		寡脉蜉科 Oligoneuriidae	*Isonychia*	sp.	稚虫
*		扁蜉科 Heptageniidae	*Heptagenia*	*diabasia* Burks	稚虫
		扁蜉科 Heptageniidae	*Heptagenia*	*flavescens* (Walsh)	稚虫
*	长盾蜉亚目 Pannota	细蜉科 Caenidae	*Caenis*	*latipennis* Banks	稚虫

续表 3-28

目	亚目	科	属	种	虫态
		细蜉科 Caenidae	*Caenis*	sp.	稚虫
蜻蜓目 Odonata	束翅亚目 Zygoptera	色蟌科 Calopterygidae	*Calopteryx*	sp.	稚虫
*		蟌科 Coenagrionidae	*Zoniagrion*	sp.	稚虫
		蟌科 Coenagrionidae	*Argia*	sp.	稚虫
半翅目 Hemiptera	蝎蝽型 Nepomorpha	固蝽科 Pleidae	*Neoplea*	sp.	成虫
		划蝽科 Corixidae	*Palmacorixa*	sp.	成虫
		划蝽科 Corixidae		sp.	若虫
鞘翅目 Coleoptera	多食亚目 Polyphaga	叶甲科 Chrysomelidae		sp.	幼虫
	肉食亚目 Adephaga	龙虱科 Dytiscidae		sp.	幼虫
		龙虱科 Dytiscidae		sp.	幼虫
		龙虱科 Dytiscidae		sp.	成虫
		沼梭科 Haliplidae	*Peltodytes*	sp.	成虫
* 双翅目 Diptera	长角亚目 Nematocera	摇蚊科 Chironomidae		sp.	幼虫

* 指在对照中亦发现。

3.5 火烧尸体

关于火烧尸体上的昆虫区系演替尚少研究。Wardle(1921)注意到，对丽蝇产卵来说，不仅肉表面要带点潮湿，而且蛋白质不曾被高温所凝固。他发现生的肝的薄片若用本生灯将表面微微烤焦，或在阳光下自然干燥，即使再使它潮湿，也不吸引产卵。他亦指出，新煮的肉，虽然潮湿，但并不吸引丽蝇。

Nuorteva et al.(1967)在一严重烧焦尸体的耳、眼和口中发现红头丽蝇 *Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy 和夏厕蝇 *Fannia canicularis* L.幼虫。Smith(1986)在英国烧焦尸体上见过反吐丽蝇 *Calliphora vomitoria* (L.)和叉叶绿蝇 *Lucilia caesar* (L.)，但在烧焦胎儿上只见过黑蝇属 *Ophyra* 和厕蝇属 *Fannia*。Hopkins (1944)记载说，在乌干达从一被闪电烧焦的手臂上和从一烧伤的耳朵上发现过铜绿蝇 *Lucilia cuprina* (Wiedemann)。

3.6 干　尸

假若温度高,同时(或者)空气流通,尸体可以成为干尸(木乃伊),排除腐败菌和大多数或全部正常昆虫区系而不腐败。在室内将尸体藏于烟囱、食橱或地板下,有可能成为干尸。在低温下亦可出现类似干尸的情况。

干燥尸体可被贮藏物昆虫,包括甲虫(如皮蠹属 *Dermestes*)、衣蛾或螨所侵袭。

对古埃及干尸的检查结果,发现有拟步甲科 Tenebrionidae、蛛甲科 Ptinidae、窃蠹科 Anobiidae 及皮蠹科 Dermestidae 昆虫。双翅目方面则包括 *Chrysomya albiceps* (Wiedemann),酪蝇 *Piophila casei* (L.)和家蝇 *Musca domestica* L. (Smith 1986)。

保存于室内干燥条件下的尸体,前期可以避开丽蝇的产卵、繁殖,但若未能真正成为干尸,可在若干个月之后,被黑蝇属 *Ophyra* 蛆虫所取食。

3.7 影响因子

除了上述尸体暴露、土埋、水淹、火烧等对腐败和区系组成、演替影响巨大之外,还存在着一些重要的影响因子,如地理位置、温度和湿度、光照与遮阴、季节周期性和日夜周期性、食物供应和竞争、死亡原因,等等。

3.7.1 地理位置

不同动物地理分布区,不同国家或一国之内的不同地带都会明显地影响尸体的分解速率和尸体上昆虫区系的组成。

在南、北极,昆虫种类很少。McAlpine(1965)在北极圈内加拿大 Ellef Ringnes 岛旅鼠尸体上只找到 1 种丽蝇,即 *Boreellus atriceps* Zetterstedt。这是该岛上仅有的 1 种丽蝇,也见于北极兔和爱斯基摩狗的尸体。无疑,人尸同样适合于它的生长发育。由于气候关系,那里尸体极少腐败或不腐败,一头旅鼠尸体上养出了大量丽蝇。大量丽蝇羽化后,旅鼠肌肉虽已消失,但干尸仍基本维持着原来的形状。还有一点,蛆虫老熟,均移至尸体上表面,以便得到太阳直射的温暖,与大多数丽蝇也不一样。

在极带、副极带地区,从尸体中释放出来的营养成分进入了贫瘠的土壤,对于开花植物的生长发育十分有利。这可以为那里曾经有过 1 具大型尸体提供线索。Nuorteva(1965, 1966a, 1966b, 1972)以及 Hanski et al.(1975)报道过在极带或副极带进行的工作。

在温带地区,尸体上的昆虫区系大大地丰富了。在欧洲,人类尸体上大约有昆虫 38 种,狐狸上 56 种,兔子上 36~38 种(Smith　1986)。在美国南卡罗来纳州,Payne 于猪尸体上获得 306 种。在日本,Suenaga(1959)记录了从鼠、鱼、蛇、小鸡和蛙尸体上养出的蝇类数量,可惜他用的仅仅是这些动物的头部。

在热带地区,尸体上昆虫区系不一定种数增加,但通常不太重要的类群,如蚂蚁、蜚蠊,

或热带、亚热带特有的类群,如白蚁,可起到一定的作用。而且区系的季节变化在热带较不明显,丽蝇整年均有发生(Cornaby 1974, Jirón 1979, Jirón et al. 1981)。

Cornaby(1974)在哥斯达黎加,以蟾蜍和蜥蜴尸体为材料,于热带干燥森林和潮湿森林中作了比较研究。他查得有关昆虫计 170 种,其中丽蝇科、麻蝇科、蚁科和金龟甲科是使尸体降解至干腐阶段的最重要的类群。

在肯尼亚象的尸体上,Coe(1978)只找到 2 种丽蝇(金蝇属 *Chrysomya*)、一些蚂蚁、甲虫和 1 种白蚁。虽然只有 2 种丽蝇,但个体数量甚大。Coe 估计在 1 头象尸体上有 14 460 只 *Chrysomya albiceps* Wiedemann 幼虫,11 500 只 *Chrysomya marginalis* Wiedemann (= *regalis* R.-D.) 幼虫。*Chrysomya albiceps* 幼虫且成了 *Chrysomya marginalis* 幼虫爬离时的重要捕食者。

3.7.2 温度和湿度

影响尸食性昆虫产卵和发育速率的主要因子是温度和湿度。低温和下雨阻碍蝇类的活动。Nagasawa 和 Kishino(1965)确认 Pradhan(1946)昆虫发育速率与温度关系公式适用于双翅目(图 3-7)。Reiter(1984)查明,在高温下蝇类幼虫达到最大体长比较快,一旦到达后乃下降,高温下体长下降亦较快(图 3-8)。他亦发现超过 30℃的恒温导致红头丽蝇 *Calliphora vicina* 幼虫个体短小,不能化蛹而死亡;在 16℃以下恒温中可以生长,达到最大体长,然后缩短,但长时间不变态,到温度提高后才恢复变态。昆虫的低温致死温度是 -15 ~ -30℃(Knipling et al. 1957),致死高温是大约 60℃(Knipling 1958),但在种间变化很大。

有人认为昆虫学方法过于依赖温度。实际上,估计死亡时间的所有生物学方法都是如此。很明显,温度和湿度随季节、地区、地形以及尸体所在地点的微气候而不同(Nuorteva 1972, Hanski 1976a, 1976b)。图 3-9 以试验中的实际记录显示地表、地下温度间,最高、最低及平均温度间的关系以及季节间的差异。

Deonier(1940)认为许多与尸体有关丽蝇的最低活动温度在 4.44 ~ 15.55℃之间。Nielsen et al.(1946)探明低于 4℃时,丽蝇属 *Calliphora* 卵不能孵化,但在 6 ~ 7℃下卵既能孵化,幼虫亦能生长发育。昆虫生长发育、活动、繁殖与温度关系极为密切,故办案中,最好能在现场测定尸体及其周围的温度,但往往未能做到。事后若能从附近的气象站获得大气温度,亦可做出适当估计。不过,这种推测必须仔细,因有可能得出错误的结论(Aruzhonov 1963, Nuorteva 1972, Leclercq and Tinant-Dubois 1973, Leclercq and Watrin 1973)。图 3-10 对各腐败阶段的暴露猪尸温度与土壤温度作了比较。Deonier(1940)查明尸体温度之所以高出气温,部分由于阳光,但主要是由于蛆虫所产生的热量。蛆虫滋生提高了温度,反过来又影响蛆虫的生长发育,这是一个十分值得注意的问题。

3.7.3 光照与遮阴

有些昆虫具正趋光性,而有的则是负趋光性。这会影响尸体上昆虫的出现。大家都知道,尸体上最常见的丽蝇科 2 个属,丽蝇属 *Calliphora* 选择遮阴的环境条件,而绿蝇属 *Lucilia* 则趋向阳光。麻蝇属 *Sarcophaga* 亦趋向阳光。白鬼笔菌(无耻鬼笔菌) *Phallus impudicus* L. 能发出尸体般的气味。Smith(1956)查明,光照或遮阴明显影响被该菌所吸引的上述 3 属的个体数。因此,室内尸体上通常有丽蝇属 *Calliphora*,而没有绿蝇属 *Lucilia* 或麻蝇属 *Sarcoph-*

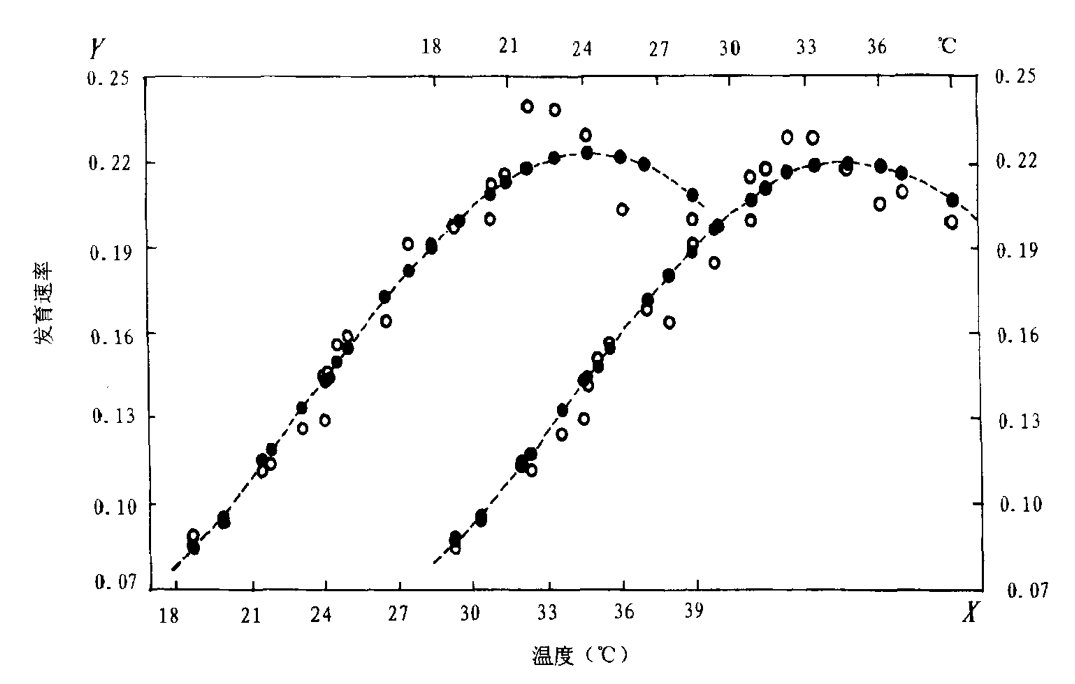


图 3－7　温度对家蝇 *Musca domestica* 蛹发育速率的影响

（仿 Nagasawa et al.　1965）

雄性用上面的横坐标，雌性用下面的横坐标；空心圈指观察结果，实心圈指计算值

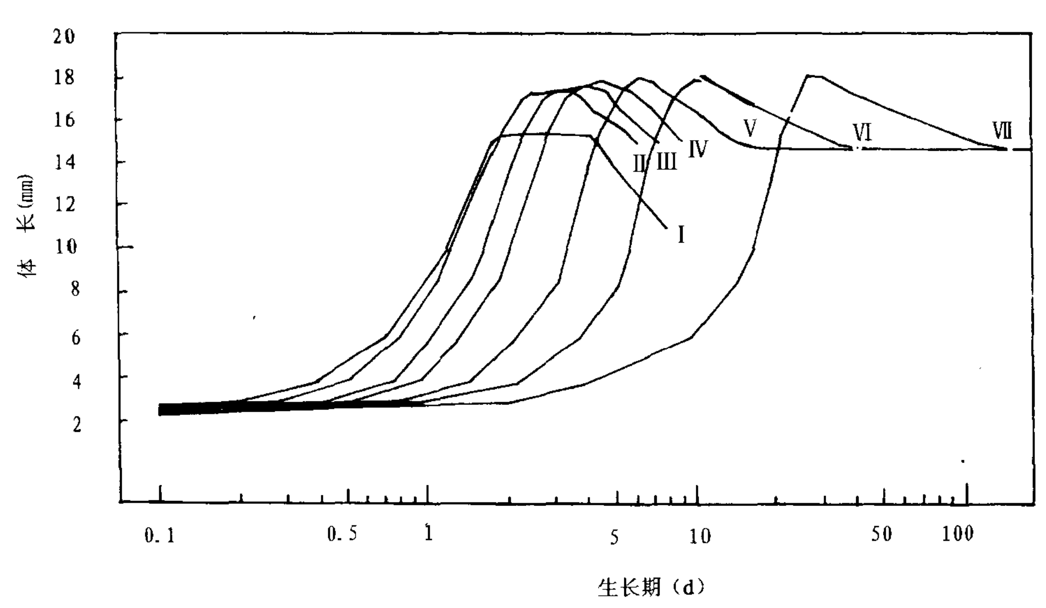


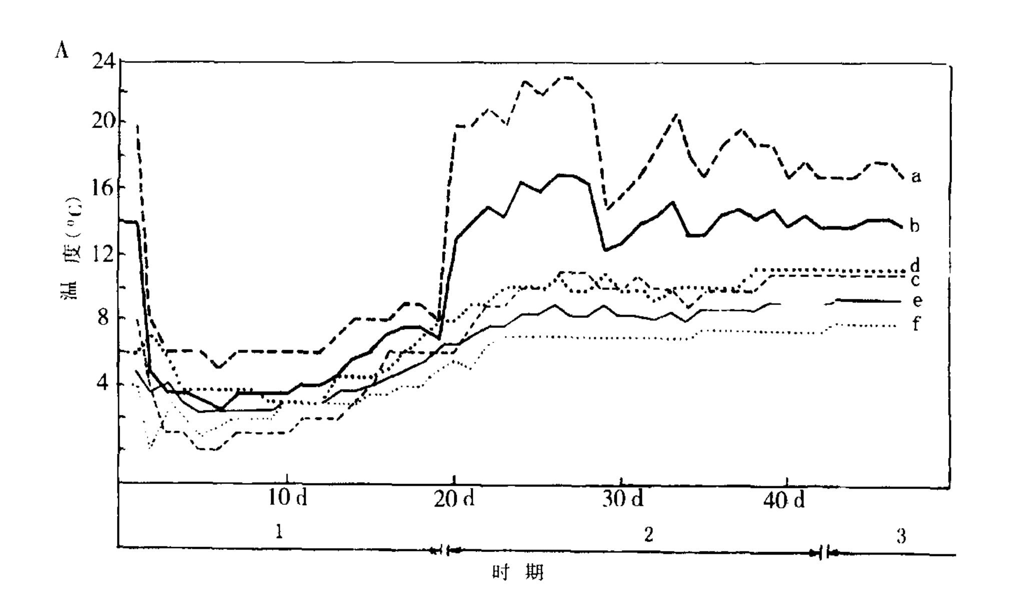
图 3－8　恒温对红头丽蝇 *Calliphora vicina* 幼虫生长的影响

（仿 Reiter　1984）

Ⅰ.35℃　Ⅱ.30℃　Ⅲ.22～23℃　Ⅳ.18～19℃

Ⅴ.14～16℃　Ⅵ.10～12℃　Ⅶ.6.5℃

aga，除非窗户大开，尸体暴露在阳光下。同样，在室外，不同种蛆虫的出现可提示尸体是躺在阳光下或者浓厚的遮阴中，抑或在一天的不同时间内存在着上述两种不同的情况。



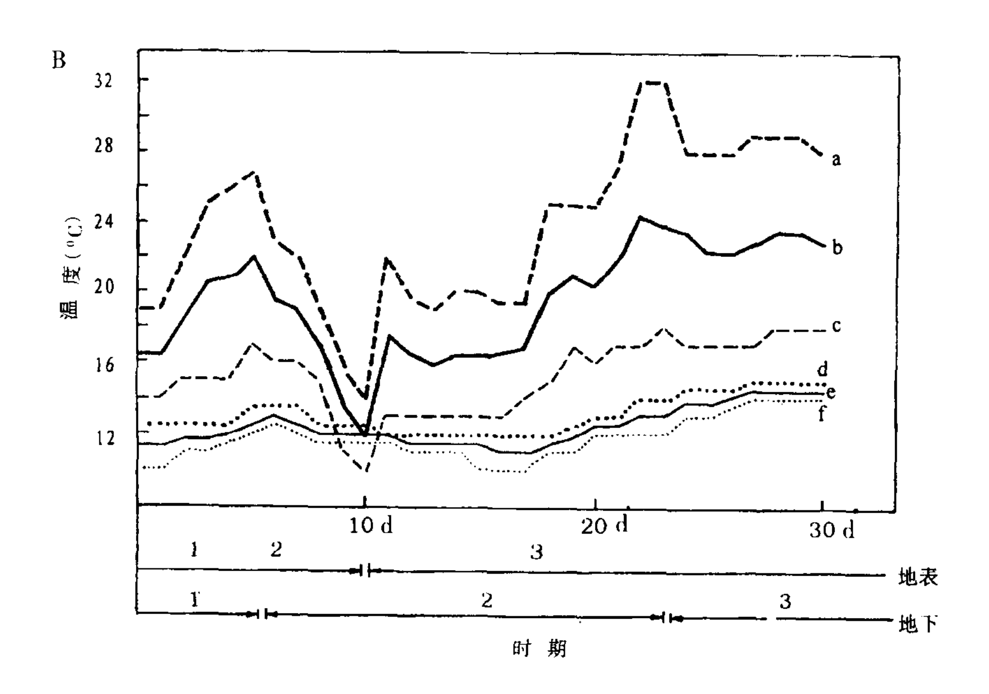


图 3-9 在波兰堤鼠 *Clethrionomys glareolus* Schreber
尸体腐败期间的温度变动记录
(仿 Nabaglo 1973)
A.春季地下 B.夏季地表、地下
地表温度：a.最高 b.平均 c.最低
地下温度：d.最高 e.平均 f.最低
1.初期阶段 2.迅速腐败阶段 3.残留阶段

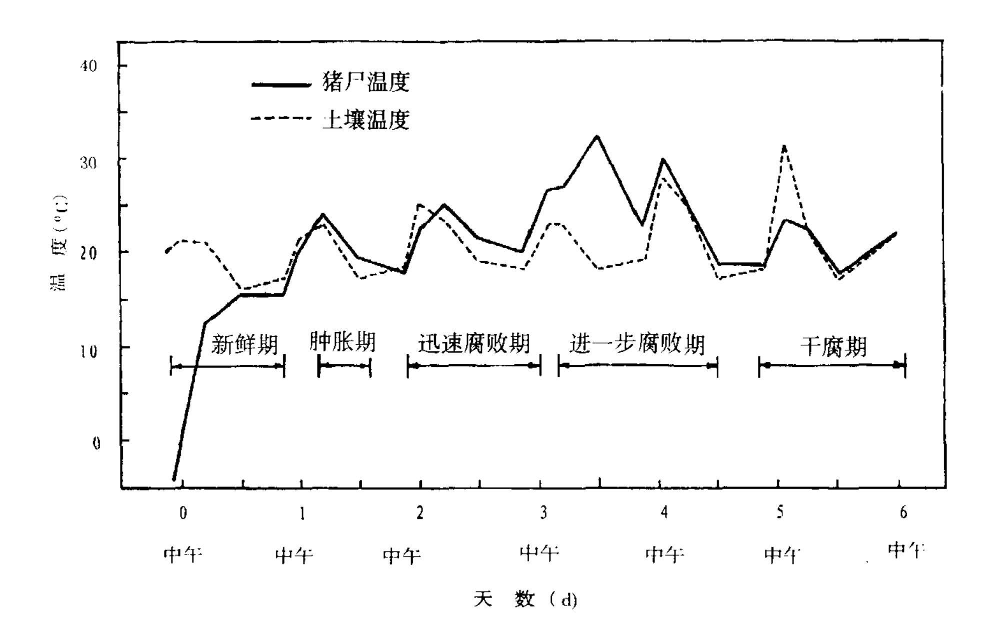


图 3-10 暴露猪尸平均温度与土壤温度的比较 (仿 *Payne* 1965)

3.7.4 季节周期性和日夜周期性

不同昆虫发生于一年内的不同时期。尸体暴露于春、夏与暴露于冬天相比,区系不同且前者显然较丰富。最常见的一些丽蝇一年有多代,从早春到晚秋均可以是飞行期,虽然并非整个时期均行繁殖(热带除外)。尸体暴露于冬天,当时无丽蝇发生,区系较贫乏,大部分是地表的昆虫,如甲虫。Broadhead(1980)和 Erzinclioglu(1980)发现双翅目冬大蚊科 Trichoceridae 幼虫冬天取食尸体。

Nuorteva et al. (1967)的报告给人以十分深刻的印象。他们在芬兰赫尔辛基,于 1964~1965 年 5 月 1 日至 11 月 1 日,每月 1 日和 15 日作尸食性丽蝇调查的结果,共获得 9 种。它们是:红头丽蝇 *Calliphora vicina* R.-D.、新陆原伏蝇 *Protophormia terraenovae* R.-D.、尸蓝蝇 *Cynomya mortuorum* (L.)、丝光绿蝇 *Lucilia sericata* (Meig.)、亮绿蝇 *Lucilia illustris* (Meig.)、林绿蝇 *Lucilia silvarum* (Meig.)、乌拉尔丽蝇 *Calliphora uralensis* Vill.、叉叶绿蝇 *Lucilia caesar* (L.)和反吐丽蝇 *Calliphora vomitoria* (L.)。夏季种类多,10~11 月种类很少,其中只有红头丽蝇月月、次次都有发生。按平均百分比组成中所占比例大小的顺序排列,情况如下:5 月 1 日,共 2 种,即:新陆原伏蝇和红头丽蝇,前者接近 2/3,后者超过 1/3;5 月 15 日,尸蓝蝇最多,红头丽蝇次之,末了是新陆原伏蝇;6 月 1 日,尸蓝蝇最多,接着依次是亮绿蝇、新陆原伏蝇、丝光绿蝇、红头丽蝇及林绿蝇;6 月 15 日,新陆原伏蝇占首位,接着是亮绿蝇、尸蓝蝇、红头丽蝇、丝光绿蝇、林绿蝇及反吐丽蝇;7 月 1 日,红头丽蝇最多,接着是尸蓝蝇、新陆原伏蝇、丝光绿蝇及亮绿蝇;7 月 15 日,新陆原伏蝇最多,接着是红头丽蝇、丝光绿蝇、亮绿蝇及尸蓝蝇;8 月 1 日,新陆原伏蝇最多,接着是丝光绿蝇、亮绿蝇、红头丽蝇、尸蓝蝇,并有少量叉叶绿蝇和乌拉尔丽蝇;8 月 15 日,仍以新陆原伏蝇为最多,接着是红头丽蝇、丝光绿蝇、亮绿蝇

及尸蓝蝇;9 月 1 日,红头丽蝇最多,接着是新陆原伏蝇、丝光绿蝇、亮绿蝇、尸蓝蝇,并有少量反吐丽蝇和乌拉尔丽蝇;9 月 15 日,95%以上是红头丽蝇;10 月 1 日,98%以上是红头丽蝇;10 月 15 日和 11 月 1 日,全是红头丽蝇。

Suenaga(1963), Lewis et al. (1965), Norris(1965 b), Hanski et al. (1975)等的研究表明,尸食性昆虫的活动具有日夜周期性,即有明显的时刻节律。Greenberg et al. (1984)在秘鲁某地狗尸体上,各时刻采集丽蝇 *Compsomyiops boliviana* (Mello),计 4 d 的平均结果如图 3-11。在实际办案中,这种节律的应用对于判断死亡时间有时作用巨大,在第 11 章中就有这方面的典型案例。

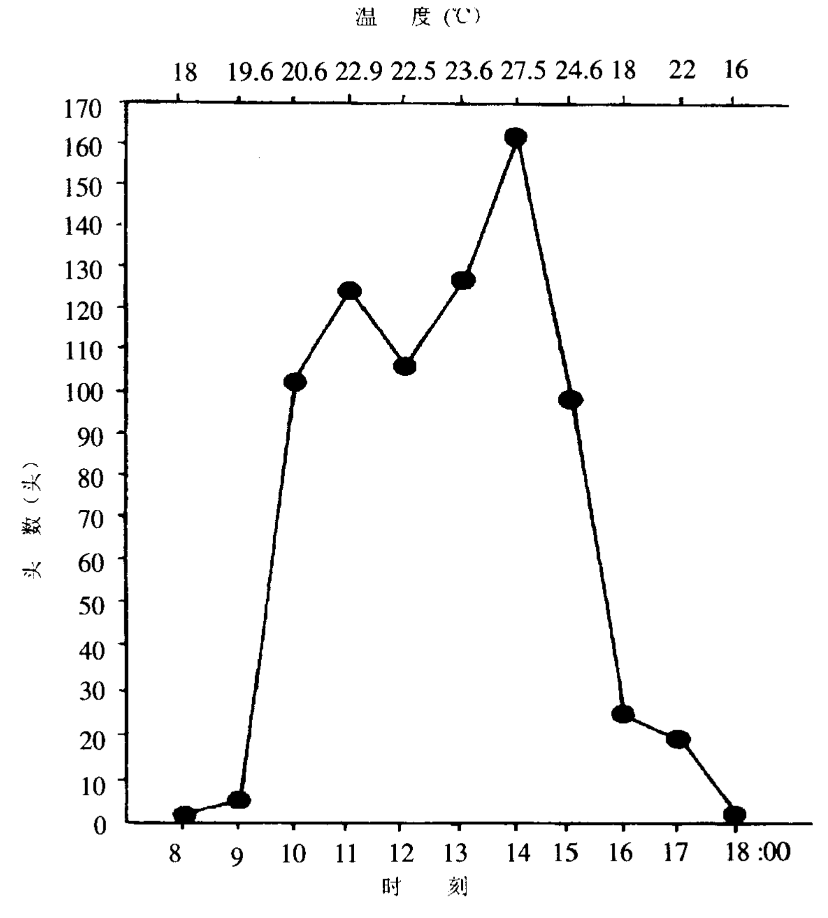


图 3-11 丽蝇 *Compsomyiops boliviana*(Mello)的昼夜活动节律 (Greenberg et al. 1984)

3.7.5 食物供应和竞争

脊椎动物拆散尸体,促使尸体干燥,可影响尸体上的昆虫区系(Hancox 1979)。

尸体小,食物供应有限,会影响尸食性昆虫的成活(Suenaga 1959, Denno et al. 1975, Kuusela et al. 1982)。食物不足,将出现个体小的幼虫、蛹和成虫,会导致日龄估计上的失误。由于肌肉和水分的迅速消失,开始是大的尸体,到后期也有可能出现食物不足,导致虫体变小的现象。

食物资源竞争是影响尸食性昆虫个体大小,甚至生活史完成的重要因子。这方面有 3

种竞争方式：

(1) 种内竞争　使幼虫变小，导致成虫数量和繁殖力的下降。

(2) 种间竞争　结果如种内竞争，并有可能整个消灭。

(3) 捕食和寄生　一个种被选择性捕食或寄生，结果对其竞争者有利。

在尸体上产卵早的昆虫，如丽蝇属 *Calliphora* 和绿蝇属 *Lucilia*，明显得利，但若干迟抵达的昆虫，如麻蝇属 *Sarcophaga* 通过胎生，将幼虫产于尸体上似乎可以得到补偿。当食物缺少时，丽蝇属 *Calliphora* 雌成虫甚至将卵保存于体内，直到它们孵化之后才将幼虫产出。

有些双翅目幼虫开始时为尸食性，而 2 或 3 龄时变成捕食性，如齿股蝇属 *Hydrotaea* 和黑蝇属 *Ophyra*。Coe(1978)查明，在肯尼亚取食象尸体的 2 种金蝇属 *Chrysomya* 幼虫中，较大的 *Chrysomya albiceps* 幼虫会捕食较小的 *Chrysomya marginalis* 幼虫。在捕食者与尸食性甲虫或丽蝇幼虫之间的竞争可以十分激烈。丽蝇幼虫被咬反颚茧蜂 *Alysia manducator* (Panzer)寄生可促使蝇蛆提早化蛹。

3.7.6 死亡原因

死亡原因可影响腐败速率和昆虫区系演替。

因毒气而死亡，特别是一氧化碳(如煤气、汽车废气)，由于引起了血液中血红蛋白的改变，因而影响尸体组织。Utsumi et al. (1958)以老鼠为材料，比较研究了 9 种不同方式(气泡栓塞、动脉切开、溺死、烧死、氰化钾中毒、砷中毒、对硫磷中毒、磷中毒、催眠药溴二乙基乙醯脲中毒)致死的结果，发现毒物如对硫磷和砷可使腐败速率减慢，影响尸体上甲虫和蝇类的生长速率，因此开始昆虫区系丰富，而随后下降。

Gunatilake et al. (1989)在夏威夷瓦胡岛，于服用有机磷农药马拉松的死者尸体上取得了大头金蝇 *Chrysomya megacephala* (Fabricius)等 2 种丽蝇的 2、3 龄幼虫。在 0.28g 幼虫中测得 574 μg 马拉松。死者 1 月 7 日最后被人见到，1 月 15 日发现尸体，与当地其他记录相比，尸体上的昆虫种数明显偏少。当地该时期通常总有家蝇 *Musca domestica* (L.)、厕蝇 *Fannia pusio* (Wiedemann)等蝇科 Muscidae，还有叶蝇科 Milichiidae、麻蝇科 Sarcophagidae 的种类出现，可在此例中都不存在，阎甲科 Histeridae、隐翅甲科 Staphylinidae、皮蠹科 Dermestidae 昆虫亦不存在。因此怀疑因为尸体中马拉松的存在而延缓了节肢动物的出现，并怀疑影响蝇蛆的发育速率。

Goff et al. (1989, 1991)，Lord et al. (1990)研究表明，尸体中含有可卡因、海洛因等会促进尸体上昆虫的发育，而阿米替林 amitriptyline 等则会延缓昆虫的发育(Goff et al. 1993)。关于毒物对尸食性昆虫生长发育的影响，在本书最后一章中还将进一步讨论。

在本章行将结束的时候，还应提到一个过去未被注视的问题，即在尸体上节肢动物演替中有的种、属于消失之后又再度发生的问题。

Schoenly (1992)将前人在温带、热带、沙漠和海边等不同环境条件下，在其他动物(包括哺乳类、两栖类、爬行类及鸟类，如狗、猫、兔、赤狐、豚鼠、堤鼠、海龟、蟾蜍、蜥蜴、鸥等)尸体上节肢动物演替情况，共计 23 项研究进行了统计分析，指出尸体上的节肢动物可分为 2 大类。一类占总分类单元的 80%，是消失后不再发生类，也即在尸体上持续一段时间，然后消失，消失后就不再在该尸体上出现；而另一类占总分类单元的 20%，是消失后再发生类，也

即在尸体上持续一段时间之后消失，过一段时间又在该尸体上重新出现。后者在节肢动物6个纲、12个目、29个科中均有发现(表3-29)。其中具*号者，如丽蝇科、麻蝇科、阎甲科等都是法医昆虫中的重要类群。有些种、属于消失后再发生的现象使得PMI估计增添了难度，很值得今后深入研究，以提高推断的正确性和精确度。

表3-29 在尸体上消失后又再发生的节肢动物类群

(23项研究的统计结果，Schoenly 1992)

类群	项目数	参考文献
蛛形纲 Arachnida		
*蜱螨目 Acari (成虫)	3	Nabaglo 1973, Early 1985, Early et al. 1986, Lord et al. 1984
蛛形目 Araneae (成虫)	7	Bornemissza 1957, McKinnerney 1977, 1978, Schoenly et al. 1983, Lord et al. 1984
避日目 Solpugida (成虫)	2	Schoenly et al. 1983
软甲纲 Malacostraca		
等足目 Isopoda (成虫)	1	Bornemissza 1957
唇足纲 Chilopoda (成虫)	2	Bornemissza 1957
倍足纲 Diplopoda (成虫)	1	Early 1985, Early et al. 1986
综合纲 Symphyla (成虫)	1	Bornemissza 1957
昆虫纲 Insecta		
原尾目 Protura (成虫)	1	Bornemissza 1957
弹尾目 Collembola (成虫)	5	Nabaglo 1973, Early 1985, Early et al. 1986
直翅目 Orthoptera (成虫)	2	Cornaby 1974
半翅目 Hemiptera (成虫)	1	Bornemissza 1957
同翅目 Homoptera (成虫)	1	Bornemissza 1957
鞘翅目 Coleoptera		
步甲科 Carabidae(成虫)	4	Chapman et al. 1955, Lord et al. 1984
球蕈甲科 Catopidae (成虫)	4	Nabaglo 1973
隐跗郭公甲科 Corynetidae (成虫)	1	Lord et al. 1984
*皮蠹科 Dermestidae (幼期)	1	Lord et al. 1984
*阎甲科 Histeridae (成虫)	8	Chapman et al. 1955, Abell et al. 1982, Cornaby 1974, McKinnerney 1977, 1978, Lord et al. 1984
水龟虫科 Hydrophilidae (成虫)	1	Johnson 1975

续表 3－29

类　群	项目数	参　考　文　献
露尾甲科 Nitidulidae（成虫）	2	Schoenly et al.　1983
金龟甲科 Scarabaeidae（成虫）	2	Cornaby　1974，Schoenly et al.　1983
* 埋葬甲科 Silphidae（成虫）	4	Chapman et al.　1955，Abell et al.　1982
* 隐翅甲科 Staphylinidae（成虫）	12	Chapman et al.　1955，Nabaglo　1973，Smith　1975，Abell et al.　1982
皮金龟科 Trogidae（成虫）	1	Schoenly et al.　1983
未指明(成虫)	1	Bornemissza　1957
双翅目 Diptera		
* 丽蝇科 Calliphoridae（成虫）	4	Chapman et al.　1955，Abell et al.　1982，Jirón et al.　1981
* 果蝇科 Drosophilidae（成虫）	1	Cornaby　1974
圆头蝇科 Dryomyzidae（成虫）	1	Smith　1975
日蝇科 Heleomyzidae（成虫）	1	Nabaglo　1973
瘦足蝇科 Micropezidae（成虫）	1	Cornaby　1974
* 蝇科 Muscidae（成虫、幼期）	5	Chapman et al.　1955，Nabaglo　1973，Cornaby　1974，Early　1985，Early et al.　1986
斑蝇科 Otitidae（成虫）	3	Cornaby　1974，McKinnerney　1977，1978
* 蚤蝇科 Phoridae（成虫）	4	Nabaglo　1973，Johnson　1975，Cornaby　1974
* 酪蝇科 Piophilidae（成虫）	3	Lord et al.　1984
* 麻蝇科 Sarcophagidae（成虫、幼期）	7	Chapman et al.　1955，Abell et al.　1982，Early　1985，Early et al.　1986，Lord et al.　1984
* 鼓翅蝇科 Sepsidae(成虫)	2	Abell et al.　1982
* 小粪蝇科 Sphaeroceridae（成虫）	2	Cornaby　1974
* 食蚜蝇科 Syrphidae（成虫、幼期）	1	Abell et al.　1982
未指明(成虫、幼期)	5	Chapman et al.　1955，Bornemissza　1957，Nabaglo　1973，Schoenly et al.　1983
膜翅目 Hymenoptera		
地蜂科 Andrenidae(成虫)	1	McKinnerney　1977，1978
茧蜂科 Braconidae(成虫)	2	Chapman et al.　1955 McKinnerney　1977，1978

续表 3-29

类　　群	项目数	参　考　文　献
瘿蜂科 Cynipidae(成虫)	1	Chapman et al. 1955
蚁科 Formicidae(成虫)	1	Johnson 1975
隧蜂科 Halictidae(成虫)	1	McKinnerney 1977, 1978
未指明	1	Bornemissza 1957

* 法医昆虫中的重要类群。

4 具法医学意义的双翅目昆虫

胡 萃 王江峰

4.1 双翅目概说

双翅目 Diptera 包括蚊(mosquitoes)、蠓(biting midges)、蚋(black flies)、虻(horse flies)和蝇(house flies),等等,最主要的特征是:前翅发达,后翅退化为平衡棒(halter)。本目系昆虫纲大目之一。已知 73 000 种(Essig 1941),80 000 种(Matheson 1948),85 000 种以上(Imms 1977),近 90 000 种(Atkins 1978),估计有 150 000 多种(Colless et al. 1970),我国已记载约 5 000 种。生活习性各式各样,适应性极强,与人类关系密切。部分是农、林业的重要害虫或益虫;有些为害人类和其他哺乳动物,甚至传播流行疾病,引起瘟疫;不少清除腐烂物,促进物质循环,其中有些在法医学上具重要意义。

双翅目通常分为丝角亚目 Nematocera、短角亚目 Brachycera 及环裂亚目 Cyclorrhapha 3 个亚目。环裂亚目总称为"蝇类",下分无缝组 Aschiza 和有缝组 Schizophora。后者中的真蝇派 Myiodaria 又分为无瓣蝇类(无瓣类)Acalyptratae 和有瓣蝇类(有瓣类)Calyptratae 2 大类,下面再分总科和科。法医学上最关重要的麻蝇总科 Sarcophagoidea、蝇总科 Muscoidea 等均属有瓣蝇类,故以下介绍都以有瓣蝇类为重点。

成虫 头球形或半球形,下口式,可自由转动,颈细长。复眼发达,着生在头部上侧方,占据了头的大部分,雄虫常为接眼式(holoptic),雌虫为离眼式(dichoptic)。单眼多为 3 个,常位于头顶中央的单眼三角区内,亦有缺单眼的。额包括间额(interfrontalia)和侧额(parafrontalia)2 部分,位于复眼之间。有些蝇类在羽化时借助额囊(额胞,ptilinum)的压力冲破蛹壳,成虫脱出后,额囊缩回头颅内而在头部表面、触角基部上方留下 1 个"∩"形缝,称"额囊缝"(额胞缝、新月缝,ptilinal suture)。有额囊缝的蝇类属有缝组 Schizophora,如丽蝇、麻蝇等;无额囊缝的蝇类属无缝组 Aschiza,如蚤蝇、食蚜蝇等。颜(facia)在额的下方,由新月(额眉)片(lunule)、中颜板(mid-facial plate)、口上片(epistoma)和成对的颜堤(facialia)4 部分组成。有时在中颜板正中具隆脊,称"颜脊"(facial carina),在颜堤的下端常具大型的鬃称为"髭"(vibrissa,以往称为"鬣"或"口鬃")。侧颜(parafacialia)是触角基部向下沿额囊缝和复眼前缘之间的

部位。颊(gena)位于复眼与侧颜的下方,在蝇类中常生密毛。后头以后头孔为中心,分上后头、下后头和左右两侧后头共4个区(图4-1)。

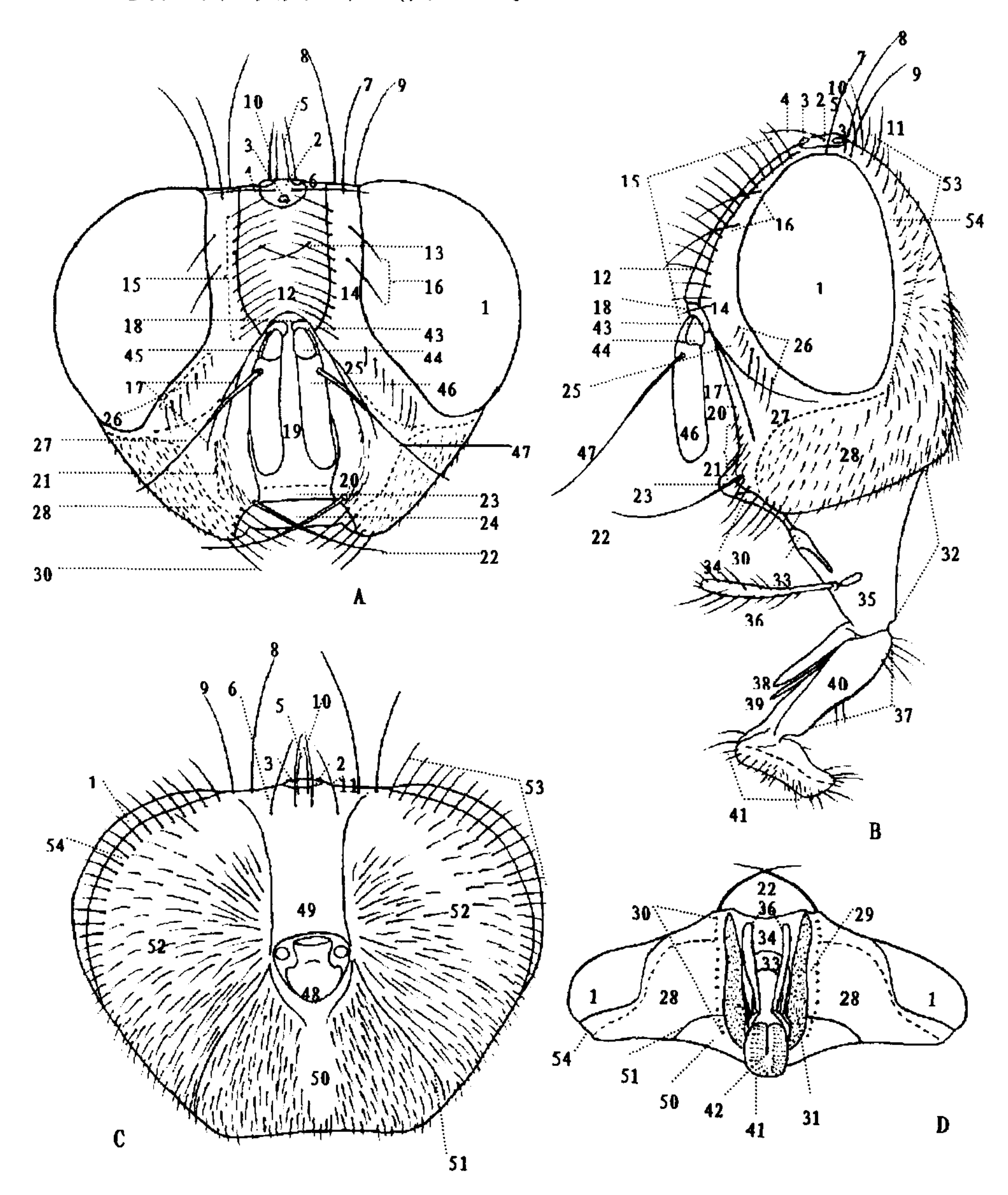


图4-1 双翅目有瓣类成虫头部模式图 (仿范滋德等 1992)

A.前面观 B.侧面观 C.后面观 D.腹面观

1.复眼 2.单眼三角 3.单眼 4.单眼鬃 5.单眼后鬃 6.头顶 7.前顶鬃(后倾上眶鬃) 8.内顶鬃 9.外顶鬃 10.后顶鬃 11.侧后顶鬃 12.间额 13.间额鬃 14.侧额 15.额鬃(下眶鬃) 16.侧额鬃(前倾上眶鬃) 17.额囊缝 18.新月片 19.中颜板 20.颜堤 21.颜鬃 22.髭 23.口上片 24.缘膜 25.侧颜 26.侧颜鬃 27.下侧颜 28.颊 29.口缘部 30.口缘鬃 31.口器窝 32.基喙 33.上唇基 34.梯形板 35.负须片 36.下颚须 37.中喙 38.上唇 39.中舌 40.前颏 41.口盘 42.唇瓣口 43.触角第1节 44.触角第2节 45.触角第2节上的裂缝 46.触角第3节 47.触角芒 48.后头孔 49.上后头 50.下后头 51.颊后头沟 52.侧后头 53.眼后鬃 54.后眶部

触角位于触角沟内，为双翅目分类的重要根据之一，在各类群间差异很大。蚊和蠓触角为丝状，6～18节，可多到40节，鞭节各节相似。虻和蝇触角一般为3节，各节不相似，形态与毛被变化较大。虻类的触角第3节延长，再分为数个亚节，或端部着生长的突起，称"端刺"（节芒，style），而蝇类触角第3节常膨大成瓣状，背面基部着生大刚毛，称"触角芒"（arista）（图4－2）。

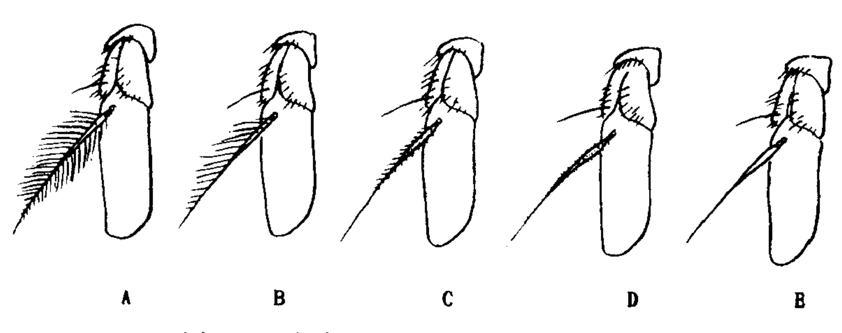


图4－2　触角芒的形式　（仿范滋德等　1992）
A.羽状　B.栉状　C.具短纤毛　D.具毳毛　E.裸

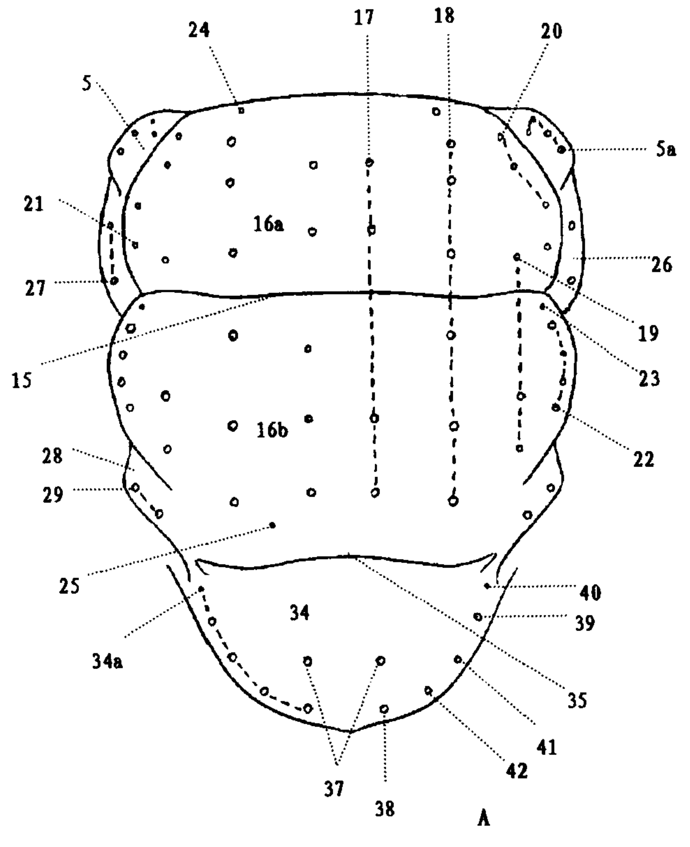
口器吸收式，雌蚊是刺吸式口器（piercing-sucking mouth parts），蝇类是舐吸式口器（sponging mouth parts），牛虻为刮舐式口器（cutting sponging mouth parts）。蝇类口器由粗短能曲折的基喙、中喙和肉质的唇瓣（口盘，labella）组成，适应于舐吸汁液。

中胸发达，前、后胸极度退化。胸部背面几乎全为中胸背板所占据，完整或不完整的盾沟（scutal sulcus）将背板分成前盾片（prescutum）和后盾片（postscutum），小盾沟（scutellar sulcus）后方为小盾片（scutellum）。在前盾片的前侧角具1对肩胛，属前胸背板的后部；前盾片的外侧是背侧片，正好在翅基部的上方，此片可再分为上、下背侧片2部分；后盾片的后侧角为翅后胛。中胸侧板常为4块骨片，相当于前后侧片再被分为上、下片，即中侧片（mesopleura，又称中胸上前侧片）、腹侧片（sternopleura，又称中胸下前侧片）、翅侧片（pteropleura，又称中胸上后侧片）和下侧片（hypopleura，又称中胸下后侧片）。前、后胸侧板一般不发达，在中、后胸侧板的前缘各有1对气门（图4－3）。

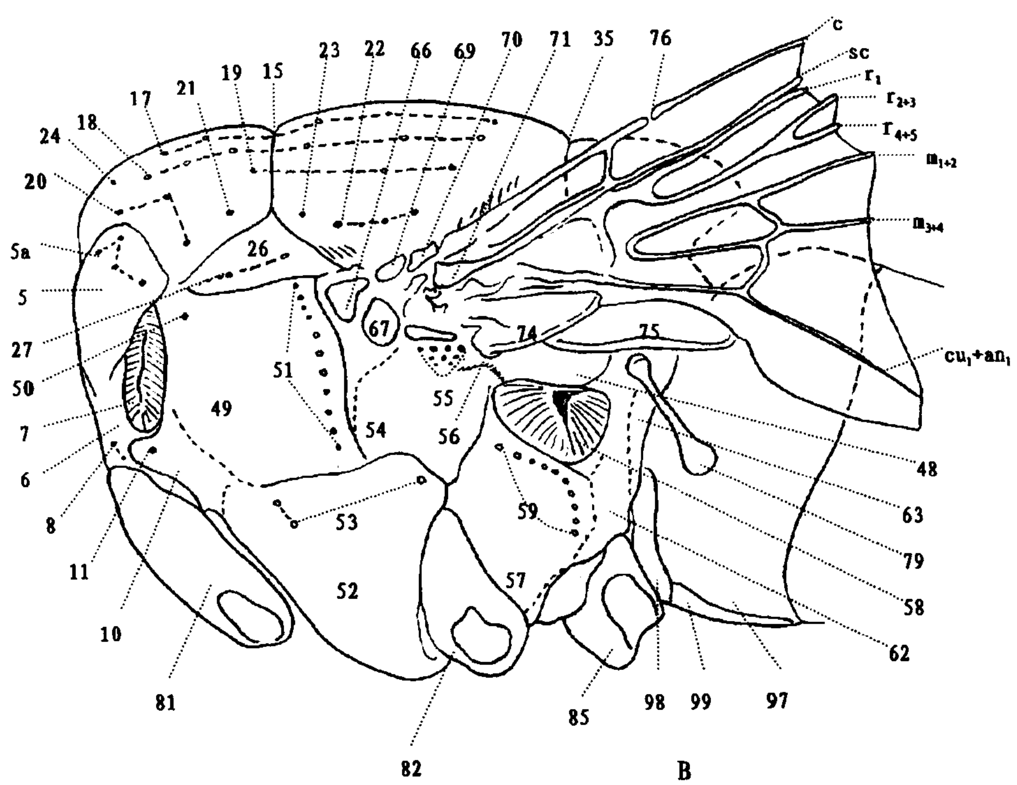
足一般被毛，胫节距1～3枚，跗节5节，爪1对，具爪垫，在爪间着生针状或瓣状的爪间突，瓣状的爪间突也叫"中垫"（图4－4 B，C）。

前翅发达，后翅变成平衡棒，有时仅留痕迹，少数种无翅亦无平衡棒。平衡棒在飞行时震动非常迅速，起着平衡的作用。原始类群的翅脉与假想脉序近似，横脉少，但高等类群翅脉趋向减少。部分蝇类在翅的内缘或后缘近基部有分裂的翅瓣（alula），在其内侧与胸部相接后常有1或2个附片构造，膜质，称"腋瓣"（squamae或calypters），腋瓣分2片者，近翅的称"上腋瓣"（upper calypter或antisquama），靠近胸部的称"下腋瓣"（翅基鳞，lower calypter）。有下腋瓣的蝇类属有瓣类Calyptratae，无下腋瓣的蝇类属无瓣类Acalyptratae。

脉序命名有2个系统，即康－尼体系（Comstock-Needham system）和旧系统。前者用缩写字母代表翅脉，后者用数字表示纵脉。国内常采用Tillyard（1926）修改过的康－尼体系（图4－4 A）。


24
17
18
20
5
5a
21
16a
26
27
19
15
23
16b
22
28
29
25
40
39
34
34a
35
41
42
37
38

A


c
sc
r_1
r_{2+3}
r_{4+5}
m_{1+2}
m_{3+4}
cu_1+an_1
23
22
66
69
70
71
35
76
19
15
17
21
18
24
20
5a
5
26
27
50
7
6
8
11
10
81
49
51
54
67
74
75
55
56
48
63
79
58
62
53
52
59
57
82
85
98
99
97

B

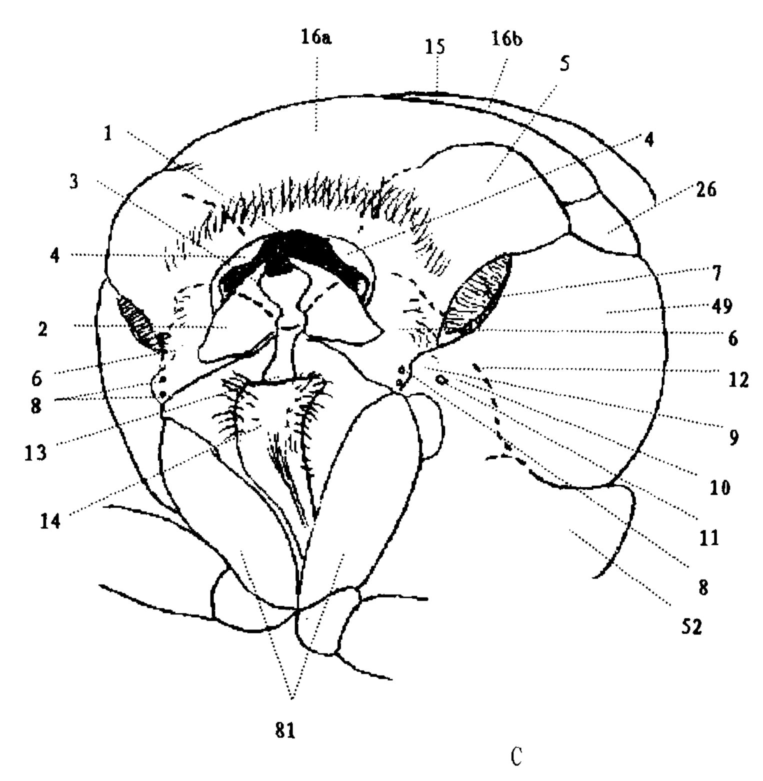


图4-3 双翅目有瓣类成虫胸部模式图 (仿范滋德等 1992)

A.背面观 B.侧面观 C.前面观

1.颈孔 2.侧颈片 3.负头突 4.领片 5.肩胛 5a.肩鬃 6.前胸侧板(前胸前侧片) 7.前气门(中胸气门) 8.前侧片鬃 9.前胸侧板中央凹陷部的纤毛 10.前胸后侧片 11.前气门鬃 12.上前气门鬃 13.前胸前腹片 14.前胸基腹片 15.盾沟 16a.盾片沟前部(中胸前盾片) 16b.盾片沟后部(中胸后盾片) 17.中鬃 18.背中鬃 19.翅内鬃 20.肩后鬃 21.沟前鬃 22.翅上鬃 23.翅前鬃 24.盾前鬃 25.内后背中鬃 26.背侧片 27.背侧片鬃 28.翅后胛 29.翅后鬃 34.小盾片 34a.小盾缘鬃 35.小盾沟 37.小盾心鬃 38.小盾端鬃 39.小盾基鬃 40.小盾前基鬃 41.小盾侧鬃 42.小盾亚端鬃 48.下侧背片 49.中侧片 50.前中侧片鬃 51.后中侧片鬃 52.腹侧片 53.腹侧片鬃 54.翅侧片 55.翅侧片鬃 56.腋瓣下肋 57.下侧片 58.后气门 59.下侧片鬃 62.后胸侧板前区 63.后胸侧板后区 66.翅前附片 67.翅下大结节 69.翅肩鳞 70.前缘基鳞 71.亚前缘骨片 74.上腋瓣 75.下腋瓣 76.左:前缘脉切口 右:前缘刺 79.平衡棒 81.前足基节 82.中足基节 85.后足基节 97.第1、2合背板 98.第1腹板 99.第2腹板

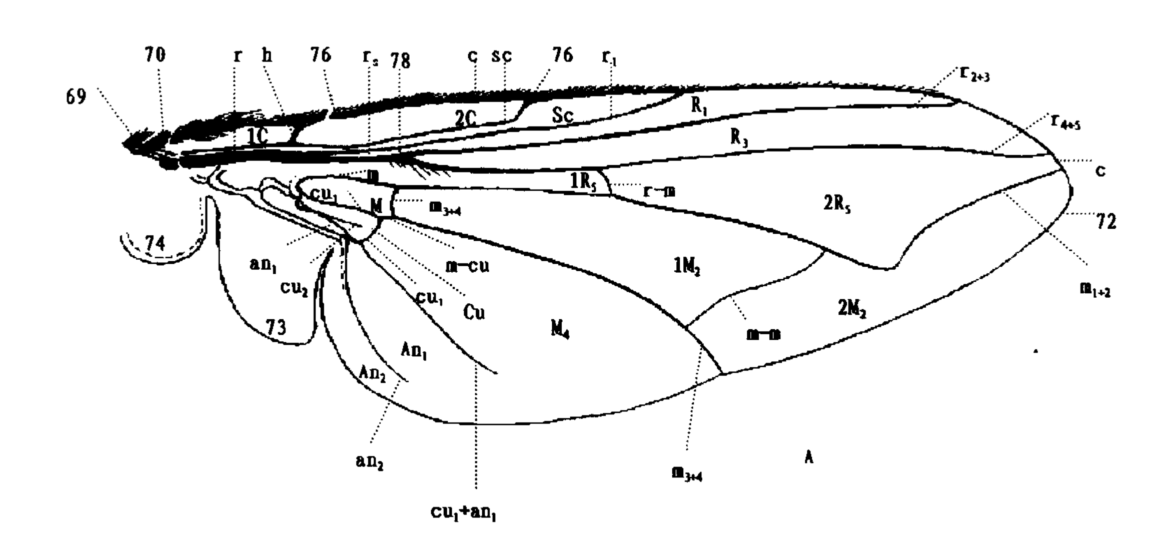
腹部分节明显。蚊类一般11节,蝇类可见4或5节,第6~10节常形成尾器或产卵器。腹部气门最多8对。

雌性外生殖器由第6~8腹节和负肛节组成,各节之间的节间膜颇长,形成可以伸缩的套筒状产卵器,生殖孔开口于第8节腹面,第9节以后各节特化为肛上板、肛下板和肛尾叶。

雄性外生殖器结构较复杂,变化较大。丽蝇的雄性外生殖器包括:①肛尾叶(cerci),位于第9节背板末端中央,1对或1片;②侧尾叶(surstyli),在肛尾叶两侧;③阳体(phallosome),由阳基内骨(phallapodema)、基阳体(basiphallus)和阳茎(aedeagus)组成,是交配结构;④阳基侧突(gonapophyses),位于阳体基部两侧,共2对,分为前阳基侧突和后阳基侧突。交配时,肛

尾叶、侧尾叶、阳基侧突一起具抱握和固着作用(图4-5)。

蝇类成虫的体表规律地分布着许多鬃(刚毛),它们以所在部位命名。鬃的着生位置、数目、长度和倾向常明确而固定。



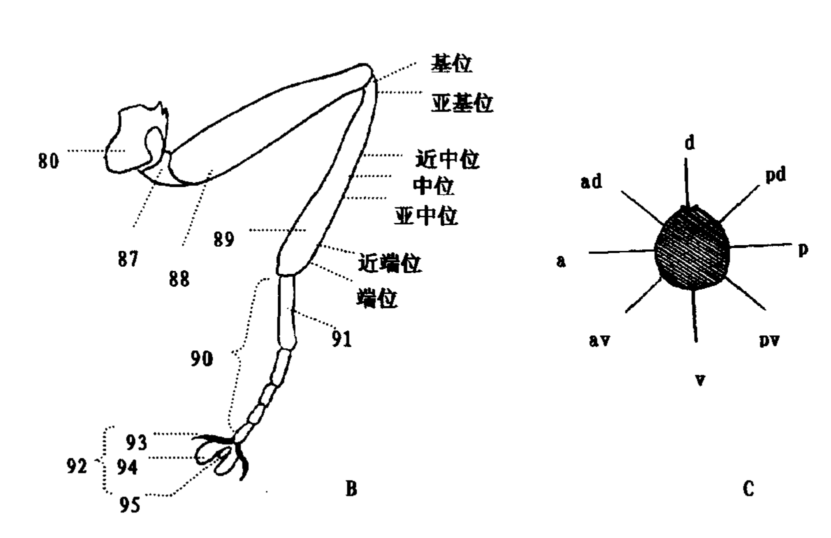


图4-4 翅和足模式图 (仿范滋德等 1992)

A.翅,示翅脉及翅室 B.胸足,示各节,并在胫节上标出鬃位 C.足部胫节横断面,示各个面上的鬃的命名 c.前缘脉 sc.亚前缘脉 r.干径脉 r_1.第1径脉 r_s.分径脉 r_{2+3}.第2、3合径脉 r_{4+5}.第4、5合径脉 m.中脉 m_{1+2}.第1、2合中脉 m_{3+4}.第3、4合中脉 cu_1.第1肘脉 cu_1+an_1.肘、臀合脉 cu_2.第2肘脉 an_1.第1臀脉 an_2.第2臀脉 h.肩横脉 r-m.径中横脉 m-m.中中横脉 m-cu.中肘横脉 1C.基前缘室 2C.端前缘室 Sc.亚前缘室 R_1.第1径室 R_3.第3径室 $1R_5$.基第5径室 $2R_5$.端第5径室 $1M_2$.基第2中室 $2M_2$.端第2中室 M.基第4中室 M_4.端第4中室 Cu.肘室 An_1.第1臀室 An_2.第2臀室 69.翅肩鳞 70.前缘基鳞 72.翅尖 73.翅瓣 74.上腋瓣 76.左:前缘脉切口 右:前缘刺 78.径脉结节 80.基节 87.转节 88.股节 89.胫节 90.跗节 91.第1分跗节 92.前跗节 93.爪 94.爪垫 95.爪间突 d.背鬃 ad.前背鬃 a.前鬃 av.前腹鬃 v.腹鬃 pv.后腹鬃 p.后鬃 pd.后背鬃

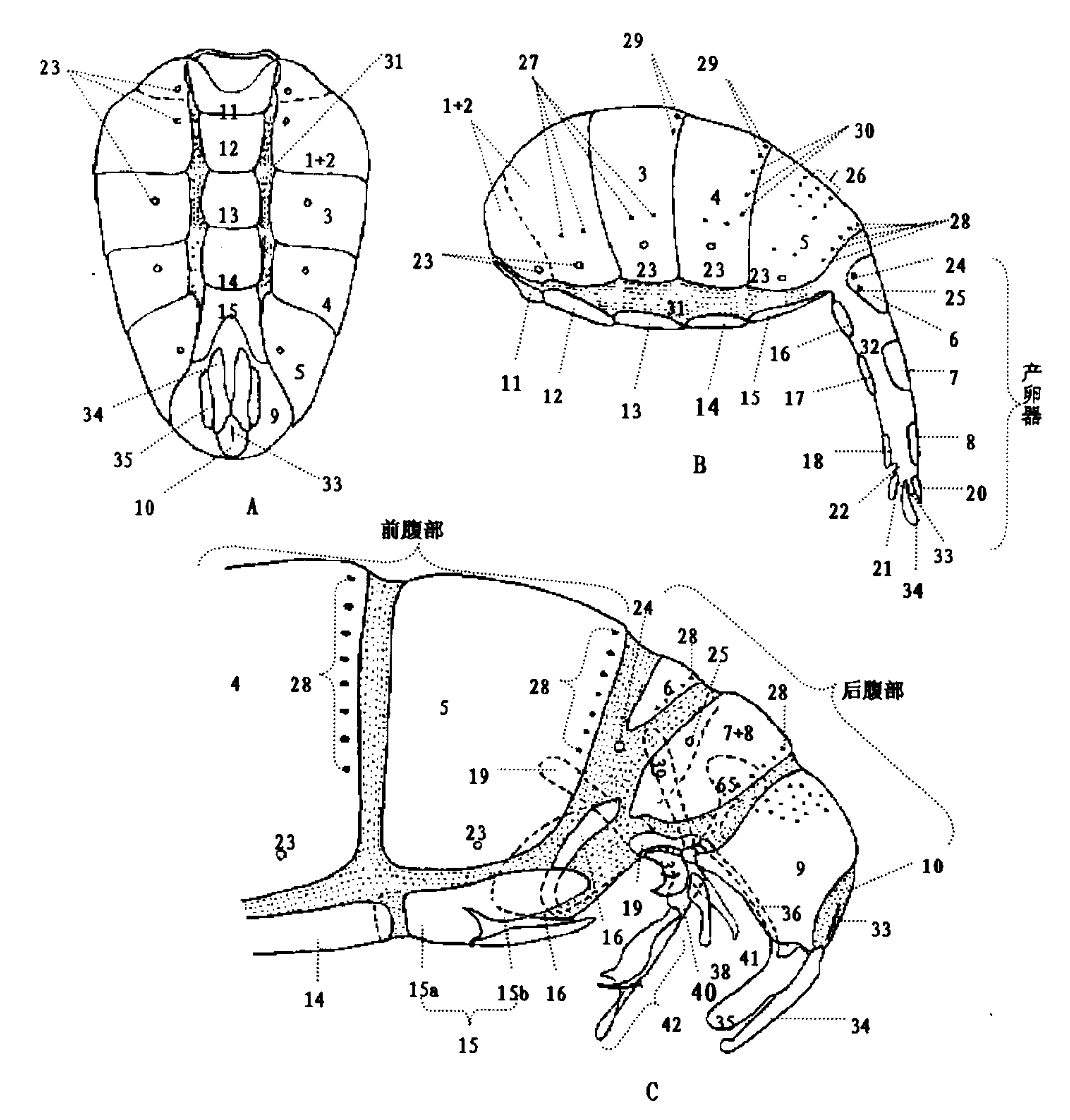


图 4-5 双翅目有瓣类成虫腹部及其附属器官模式图 (仿范滋德等 1992)

A. 雄性腹部腹面观,以麻蝇类为例

B. 雌性腹部侧面观,后腹部已伸出,构成能伸缩的产卵器,以丽蝇类为例

C. 雄性后腹部侧面观,后腹部已拉出,示雄性尾器各组成部分,以丽蝇类为例

1+2. 第 1、2 合背板 3. 第 3 背板 4. 第 4 背板 5. 第 5 背板 6. 第 6 背板 7. 第 7 背板 8. 第 8 背板 7+8. 第 7、8 合腹节 9. 第 9 背板 10. 雄性负肛节 11. 第 1 腹板 12. 第 2 腹板 13. 第 3 腹板 14. 第 4 腹板 15. 第 5 腹板 15a. 第 5 腹板基部 15b. 第 5 腹板侧叶 16. 上:第 6 腹板 下:生殖兜 17. 第 7 腹板 18. 第 8 腹板 19. 第 9 腹板 20. 肛上板 21. 肛下板 22. 阴门 23. 前腹部各节的气门 24. 第 6 腹节气门 25. 第 7 腹节气门 26. 心鬃 27. 侧鬃 28. 缘鬃 29. 中缘鬃 30. 侧缘鬃 31. 腹面膜 32. 节间膜 33. 肛门 34. 肛尾叶 35. 侧尾叶 36. 系杆 37. 前阳基侧突 38. 后阳基侧突 39. 阳基内骨 40. 基阳体 41. 阳基后突 42. 阳茎 65. 射精囊小骨

卵　通常小,长卵形(图 4-6)。由于常产于潮湿处,外壳一般相对较薄、色淡。但有的壳硬,具刻纹,或发展成气盾(plastron)。卵常单产或呈不规则的块状,而有的呈卵筏(egg rafts)或产于胶质物中。

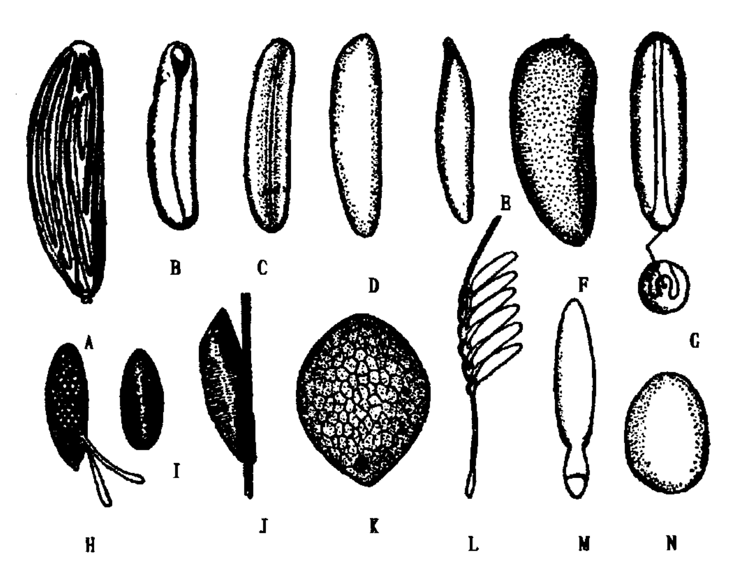


图4－6 双翅目昆虫的卵 （仿 Essig 1958）

A.黄潜蝇 *Hippelates pusio* B.厩螫蝇 *Stomoxys calcitrans* C.次生锥蝇 *Cochliomyia macellaria* D.家蝇 *Musca domestica* E.虻 *Tabanus punctifer* F.斑腹蝇 *Cryptochaetum iceryae* G. *Cochliomyia americana* H.黄猩猩果蝇 *Drosophila melanogaster* I.大蚊 *Tipula infuscata* J.胃蝇 *Gasterophilus nasalis* K.寄蝇 *Zenillia libatrix* L.皮蝇 *Hypoderma lineata* M.皮蝇 *Hypoderma lineata* 单个卵的背面 N.蚋 *Simulium simile*

幼虫 长形或锥形，除头部外，胸部3节，腹部常为7～9节。没有胸足或腹足。各亚目间身体结构变异甚大。

蚊类幼虫除瘿蚊外，一般全头式（显头式或真头式，eucephalic）。头部明显骨化，露出体表或部分缩入前胸内。触角1～6节或仅有感觉突起，单眼位于头部两侧的色素区内。咀嚼式口器位于头部腹面，上唇小，其两侧具口刷，能搅动流水以吞食水中的浮游生物或小昆虫。气门着生方式有：①侧气门式（peripneustic），前胸和腹部气门共7或8对；②两端气门式（amphipneustic），前胸和腹部气门各1对；③后气门式（metapneustic），仅腹部末节有气门1对；④无气门式（apneustic），无气门，以气管鳃或血鳃进行呼吸。

虻类幼虫头壳背面稍骨化，色较深，大多数种的头全部或部分缩入前胸内，为半头式（hemicephalic）。触角3节或不显著，单眼1对或无，口器着生于头的顶端。腹部8、9节，腹面的横脊、瘤突、小刺、钩和伪足等能辅助行动。两端气门式、后气门式或侧气门式。

蝇类幼虫称为"蛆"（maggot，larvina），无明显骨化的头部或完全无头，可有露于外表尖细的头节和1对能伸缩的骨化口钩，属无头式（acephalic）。常生活于食物丰富的环境中，咀嚼式口器萎缩。口位于口钩下方，口钩捣烂食物后，将汁液吸入口内。触角和下颚须位于口钩前方两侧的叶状部上。大多数种无足，一些水生种则具带钩的伪足。两端气门式、后气门式或无气门式。需要特别一提的是口咽器（cephalo-pharyngeal sclerites），因为它是鉴别种和龄期的重要依据之一。口咽器位于头节之内，又叫"头咽骨"，它是由成对的口钩（mouth hook）、"H"形的下口骨（hypostomal sclerite）和片形分叉的咽骨（pharyngeal sclerite）3大部分以及若干小骨组成。这些小骨包括附口骨（accessory sclerite），在口钩的钩状部下方；齿骨（dental sclerite），在口钩基部的下方，略呈三角形；侧口骨（parastomal sclerite），为杆状，位于下口骨的外

方。咽骨很大,其前方背面为背堤(dorsal dam),腹面为腹堤(ventral dam),后半部有1对背角(dorsal cornea)和1对腹角(ventral cornea),两个腹角之间的透明膜叫“咽膜”。

蚊类幼虫共4龄,虻类5~8龄,蝇类3龄。幼虫充分成长后停止取食,并排除消化道内的残渣,水生的将离开水域到岸边或隐蔽处准备化蛹。

蛹 蚊和虻化蛹时蜕去幼虫的体壁,成为裸露的离蛹或被蛹,仅有少数种蛹包被在茧中,羽化时成虫从蛹背面纵裂的羽化孔中脱出,属直裂类。而蝇类蛹包被在幼虫最后没有脱掉的皮中,此皮缩短并硬化形成纺锤形的外壳,属围蛹,围蛹内的老熟幼虫经过前蛹期变为离蛹,羽化时蛹壳前端环状裂开,属环裂类。

生活习性 完全变态。绝大多数两性交配后繁殖后代,孤雌生殖仅见于毛蠓和摇蚊的部分种,瘿蚊和摇蚊的一些种有幼体生殖现象。一般卵生,有的卵胎生,而舌蝇、虱蝇、蝠蝇和蛛蝇等幼虫从雌虫的子宫腺分泌物获得营养,至幼虫接近老熟时才产出母体,离开母体就化蛹,属蛹生类。成虫交配现象容易见到,有的成群婚飞,交配1或数次,部分雌虫可周期性接纳雄虫精子。雌虫产卵前要取食蛋白质,吸血种雌虫须吸血才能促进卵的发育。雌虫产卵数通常为数十至数百粒,小头虻、寄蝇可产卵或幼虫1 000~6 000粒(头),甚至可达1万多。雌虫寿命一般1~2个月。

成虫自由生活在各种各样的环境中,除口器退化的种类外,绝大多数多食性,取食液态食物,有的捕食其他昆虫。幼虫的食性大致可分为4类:①植食性,如瘿蚊科、实蝇科、潜蝇科等;②腐食或粪食性,如毛蚊科、鼓翅蝇科、丽蝇科、蝇科等;③捕食性,如虻科、食蚜蝇科等,而食虫虻科等幼虫以捕食为主,兼有腐食习性;④寄生性,如寄蝇科寄生许许多多昆虫。此外,皮蝇、胃蝇、麻蝇、厕蝇及腐蝇还可引起人畜的蝇蛆症(myiasis)。

在法医学上具有意义的双翅目昆虫,主要是下列各科:

长角亚目(丝角亚目)Nematocera

大蚊总科 Tipuloidea

冬大蚊科 Trichoceridae

毛蠓总科 Psychodoidea

毛蠓科 Psychodidae

短角亚目 Brachycera

虻总科 Tabanoidea

水虻科 Stratiomyidae

环裂亚目 Cyclorrhapha

无缝组 Aschiza

蚤蝇总科 Phoroidea

蚤蝇科 Phoridae

食蚜蝇总科 Syrphoidea

食蚜蝇科 Syrphidae

有缝组 Schizophora

无瓣类 Acalyptratae

日蝇总科 Heleomyzoidea

扁蝇科 Coelopidae
日蝇科 Heleomyzidae
小粪蝇科 Sphaeroceridae
沼蝇总科 Sciomyzoidea
圆头蝇科 Dryomyzidae
鼓翅蝇科 Sepsidae
禾蝇总科 Opomyzoidea
酪蝇科 Piophilidae
叶蝇科 Milichiidae
果蝇总科 Drosophiloidea
水蝇科 Ephydridae
果蝇科 Drosophilidae
有瓣类 Calyptratae
蝇总科 Muscoidea
蝇科 Muscidae
麻蝇总科 Sarcophagoidea
丽蝇科 Calliphoridae
麻蝇科 Sarcophagidae

其中,尤以丽蝇科、麻蝇科、蝇科等最为重要。

4.2 冬大蚊科 Trichoceridae (= Petauristidae)

冬大蚊,英文名 winter gnats,体小型,成虫似大蚊科 Tipulidae,但较一般的大蚊为小。翅展仅约 10 ~ 12 mm,体不甚细长,中胸盾片上的"V"形缝中部不明显,有单眼,第 2 臀脉非平直,顶端很弯,并远短于第 1 臀脉之半。体褐色,足长。成虫多在冬天傍晚成群飞舞,在夏天却很少能见到此种情况,故称"冬大蚊"。

幼虫全头式,两端气门式,很像伪大蚊科 Anisopodidae 的种类,却不大像大蚊科的种类。通常成群在腐败物质中生长、发育。

Trichocera saltator (Harris)(图 4 - 7 E)一般滋生于粪肥中;Dahl(1973)在死田鼠的残骸上找到了 *Trichocera borealis* Lackschewitz 幼虫。近 20 年来研究表明,在冬季冬大蚊是尸体上昆虫区系中的重要成员,当时丽蝇不出现。Erzinclioǧlu (1980)报告说,在 1979 年 12 月曾用牛心做诱饵诱集到冬大蚊成虫,在诱饵放置在室外的第 6 天,即 12 月 15 日见到首批卵粒。第 1 批幼虫于 1980 年 1 月 20 日孵出,2 月底离开食饵。饲养标本的鉴定结果,确定为 *Trichocera annulata* Meigen。Broadhead(1980)报告说,1978 年初在冰雪天气低温下,于人尸上发现 *Trichocera saltator* 幼虫。在部分腐败尸体的颈部有相当多的成长幼虫,将幼虫饲养于室外,10 月间化蛹,1979 年 10 月 31 日成虫羽化。Laurence(1956)用牛粪,在一年中较寒冷季节进行饲养,发现 3 月份前消化道排空,体内脂肪体密度降低,发育停滞,直到较寒冷季节的再次

到来。

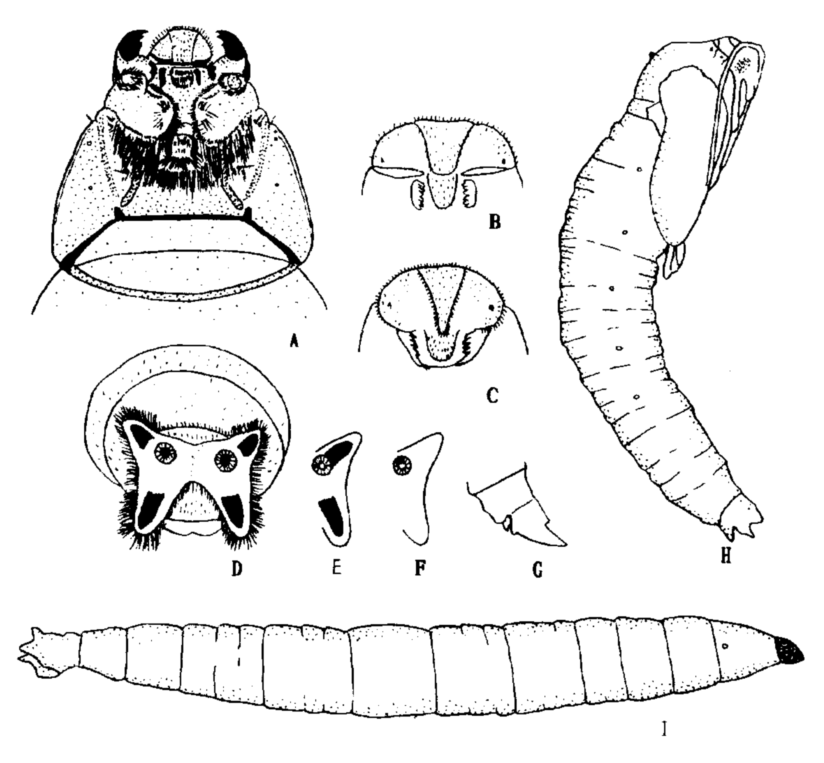


图4-7 冬大蚊科 (仿Smith 1986)

A. *Trichocera hiemalis* 幼虫头部腹面观 B. *Trichocera regelationis* 幼虫上唇腹面观 C. *Trichocera maculipennis* 幼虫上唇腹面观 D. *Trichocera hiemalis* 幼虫末节后面观 E. *Trichocera saltator* 幼虫末节后面观(部分) F. *Trichocera maculipennis* 幼虫末节后面观(部分) G. *Trichocera hiemalis* 雌蛹后端侧面观 H. *Trichocera hiemalis* 雄蛹 I. *Trichocera hiemalis* 幼虫

国内很少有关冬大蚊的研究报道,下列 *Trichocera* 属幼虫分种检索表,依据的是 Brindle (1962)的材料,包含了国外最常见的5个种,可供参考。

1 4臀瓣(anal lobe)均具黑色区(图4-7 D,E) ………… 2
  臀瓣无黑色区(图4-7 F) ………… 3
2 上方2臀瓣的黑色区直达气门(图4-7 E) ………… *saltator*
  上方2臀瓣的黑色区不达气门(图4-7 D) ………… *heimalis*
3 臀瓣微红色,后气门橙至褐色 ………… *annulata*
  臀瓣黄白色,后气门深褐色 ………… 4
4 上唇腹面(图4-7 A)具毛区后部明显变窄(图4-7 C) ………… *maculipennis*
  上唇腹面具毛区后部仍宽(图4-7 B) ………… *regelationis*

此外,Dahl(1973)编制了 *Trichocera* 属9种幼虫检索表,Coe et al.(1950)和 Laurence (1957)编制过英国成虫检索表,Dahl 和 Alexander(1976)发表了世界分属检索表以及种的校正名录,Keilin 和 Tate(1940)详细描述了 *Trichocera hiemalis* DeGeer 幼虫和蛹(图4-7 A,D,G,H,I)的形态,均可作为参考。

4.3　毛蠓科 Psychodidae

毛蠓,常称为"蝶蝇"、"蛾蚋"、"白蛉子"、"砂蝇",英文名"moth flies","moth midges","sand flies"。一般体小,长约 3 mm,翅展很少超过 8 mm。体上生鳞毛,似蝶蛾。飞行如横跳,一般灰褐或暗褐色。头小,无单眼;触角有毛,12～16 节,长达身体的一半。口器短或喙状,须有毛,4 节。胸部背面隆起不显著,小盾片圆形。翅卵形或端部尖;翅脉长而直,臀脉极度退化;休息时翅呈屋脊状放置腹背。腹部 6～8 节,产卵管露出,雄性生殖器大,外露。成虫常见于湿地或阴暗的地方,有时亦见于室内窗上。

幼虫圆筒形,头发达,有眼(图 4－8)。体 12 节,两端气门式或后气门式。主要发生于液态或半液态生境中,有些在牛粪、其他排泄物以及潮湿而腐败的物质中。

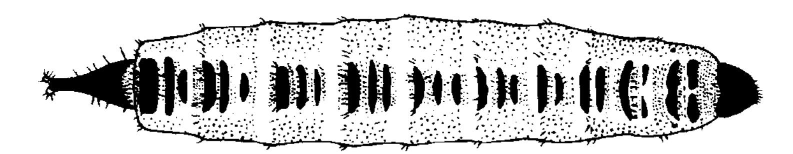


图 4－8　毛蠓科　(仿 Smith　1986)
Psychoda sp.幼虫

Smith 和 Grensted(1963)以及 Beaver(1971)从蜗牛尸体上得到了 *Philosepedon humeralis* (Meigen)幼虫。R.P.Lane 从羊尸体上育出了 *Philosepedon surcoufi* Tonnoir 及其他种类(Smith 1986)。Erzinclioǧlu(1980)从牛心上记录了 *Panimerus notabilis* Eaton。Payne et al.(1968 a)在埋葬了大约 3 周,处于腐败第 4 阶段的猪尸上记录了毛蠓科幼虫,而 *Clogmia* (= *Telmatoscopus*) *albipunctatus* Williston 成虫则被死了 4～14 d 的猪尸体所吸引。

Satchell(1947)曾编制英国 *Psychoda* 属幼虫检索表,Freeman(见 Coe et al.　1950)则曾编制本科成虫检索表,可供鉴定参考。

长角亚目中除上述 2 科外,属于毛蚊总科 Bibionoidea 的尖眼蕈蚊科 Sciaridae(图 4－9)和粪蚊科 Scatopsidae(图 4－10)亦可在尸体上发生。



图 4－9　尖眼蕈蚊科　(仿 Smith　1986)
Bradysia sp.幼虫

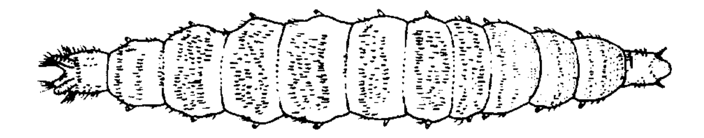


图 4－10　粪蚊科幼虫　(仿 Smith　1986)

4.4 水虻科 Stratiomyidae

水虻,英文名"soldier flies"。成虫体长 5 ~ 15 mm,体稍扁平,常具白、黄、绿直至紫、黑等色泽,是强壮的虻类,常有鲜明条纹和斑点。头部短,阔于前胸,额突出。眼大,有单眼,触角变化很大,喙短。胸部通常比腹部狭,前胸延伸,小盾片大。足的胫节无距,后足腿节略粗。翅大而略狭,透明,前缘区坚厚,前缘脉不超过顶角,中室小,有 4 或 5 后室、1 或 2 亚缘室,腋瓣小。腹部扁平,5 ~ 7 节。

幼虫圆柱形,细长或扁平。12 节,无足。端气门式、后气门式或胸部有 1 ~ 3 对气门,腹部有 1 ~ 7 对气门。体壁坚硬,外表因一层碳酸钙而变得粗糙(这是对水生或半水生生境失水时的一种适应)。水生或陆生。水生的末端有毛簇,便于浮出水面进行呼吸,肉食性。陆生的可在腐烂木头中、树皮下、粪肥中找到其幼期,大概取食腐败的动、植物质。

Reed(1958)在美国田纳西州林区处于腐败或干腐阶段的狗尸体下或尸体内找到了 *Eulalia*, *Sargus* 和 *Ptecticus*。Smith(1975)在英国于 9 ~ 11 月在狐狸尸体上找到 *Microchrysa polita* (L.)。Payne 和 King(1972)在美国发现 *Ptecticus trivittatus* (Say)和 *Hermetia illucens* (L.)是水中猪尸体上的腐食者。

黑水虻 *Hermetia illucens* (L.)(图 4 - 11)原先分布于美国,滋生于人类粪便中,后通过船只传至欧洲、非洲、亚洲及澳洲的部分地区。据 Dunn(1916)记载,在巴拿马运河区丛林中,曾有大量本种幼虫在人尸上取食,该尸体上且无其他蝇类幼虫存在。在第 11 章中将提到,近年来此虫备受重视。在不少案件中,受害者死亡已 1 个多月,2 个月甚至已 1 年多,黑水虻成了案件侦查中最重要的时间指示器。此种幼虫对杀虫剂、酒精、酸以及盐水的抵抗力极强(Bohart et al. 1951),在储存的大麻中也曾有发现。

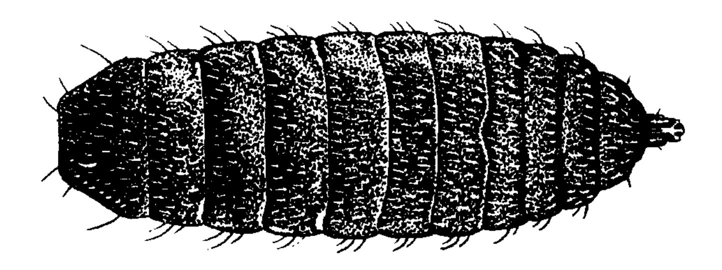


图 4 - 11 黑水虻 *Hermetia illucens* (L.)幼虫 (仿 Smith 1986)

4.5 蚤蝇科 Phoridae

蚤蝇,英文名"humpbacked flies",由于行走急匆匆,故英文中又名"scuttle-flies"。成虫体长 0.75 ~ 8.00 mm,暗黑色,灰褐色或淡黄色。头小而自由。触角 3 节,端节大,触角芒 3 节,位于背方或末端。胸部背板隆起,加之头和腹部的着生位置似乎偏下,故侧面观呈驼背状。后足腿节特别发达,有刺。翅一般膜质透明,无色至褐色,平时,折叠平放于腹背。除翅基部

外，几无横脉；前部3条纵脉明显增粗，颜色较深，一般称“粗脉”，后部4条纵脉则非常细弱，颜色较浅，一般称“细脉”。本科中雌雄二型现象普通存在。

幼虫前部尖，后部短截形，后气门式或两端气门式，各节有小瘤，排列成行。

分布世界各地。

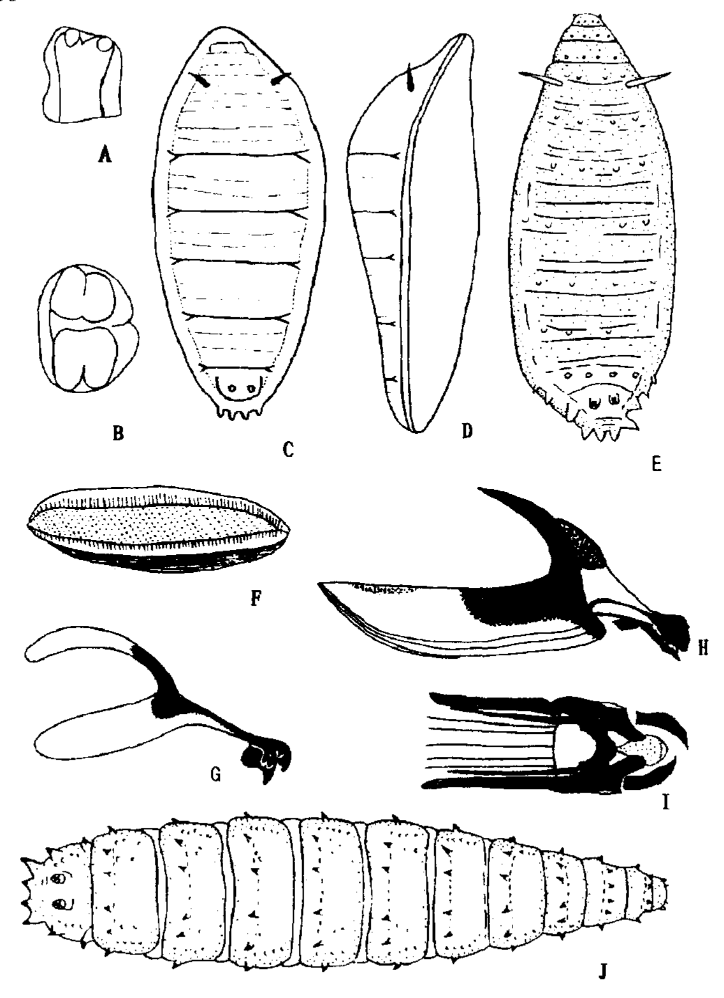


图4-12　蚤蝇科幼期　(A,B.仿Kaneko　1965；　其余仿Smith　1986)

A. *Megaselia* 3龄幼虫前气门　B. *Megaselia* 3龄幼虫后气门　C. *Megaselia rufipes* 围蛹腹面观　D. *Megaselia rufipes* 围蛹侧面观　E. *Conicera* 围蛹　F. *Megaselia* 卵　G. *Megaselia* 3龄幼虫口咽器侧面观　H. *Conicera* 3龄幼虫口咽器侧面观　I. *Conicera* 3龄幼虫口咽器腹面观　J. *Megaselia* 幼虫背面观

成虫活泼，喜潮湿环境，可生活于腐败植物、动物尸体、花或真菌上，以及鼠窝、鸟巢、蜂巢或蚁穴内。许多种类的幼虫以腐败物质、动物尸体和动物粪便为食，有一些是寄生者，有的是捕食者，另一些种类则属植食性。刺蚤蝇属 *Spiniphora* 的一些种类在死蜗牛上繁殖，但 *Spiniphora bergenstammi* (Mik)常常从脏的牛奶瓶中找到。有些属如 *Anevrina* 属、锥蚤蝇属 *Conicera*(图4-12 E,H,I)、栅蚤蝇属 *Diplonevra*、栓蚤蝇属 *Dohrniphora*、裂蚤蝇属 *Metopina*、寒蚤蝇属 *Triphleba* 以及异蚤蝇属 *Megaselia*(图4-12 A,B,C,D,F,G,J；图4-13)的一些种可有规律地出现在脊椎动物尸体上。蛆症异蚤蝇 *Megaselia scalaris* (Loew)各发育阶段平均最短历期如表4-1所示。

表 4-1 蛆症异蚤蝇 *Megaselia scalaris* 各发育阶段平均最短历期 (Greenberg 1991,经核算修正)

阶 段	22℃		29℃	
	时间(h)	%	时间(h)	%
卵	31	5.9	18	6.8
1~3 龄	73	13.9	50	18.8
不再取食 3 龄	60	11.4	33	12.4
蛹	363	68.9	165	62.0

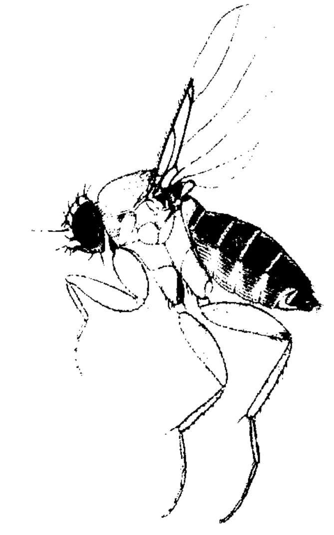


图 4-13 蚤蝇科 (仿 Smith 1986) *Megaselia scalaris* 成虫

Conicera tibialis Schmitz 成虫长约 1.5 mm,黑色,因与埋在地下约 1 年的棺材中的尸体有关,被称为"棺材蝇"(coffin-fly)。该种也发生在鼹鼠尸体上和灰沙燕巢中的雏鸟尸体上。在文献中该种曾被误定为 *Phora aterrima* (Mégnin 1887), *Phora vitripennis* (Blair 1922)以及 *Conicera* 属的其他种类。Blair(1922)所用的标本是病理学家 B. H. Spilsbury 1921 年从埋在土中 10 个月后掘出的尸体的头发中采得的。Mégnin(1887)下结论说棺材蝇幼虫是通过土壤中的虫孔和其他裂缝钻入土下的。其他人则认为是成虫穿过土壤,或者认为卵是在埋葬前产在尸体上的。在很多发掘中获得了大量成虫和围蛹,显示在棺材中已繁殖多代。Colyer (1954)报告说,1954 年 5 月,在大约 18 个月前约 107 cm 深处埋有一死狗的土壤表面,该种大量发生。许多成虫群集交配。挖掘显示,从土表至尸体于各种深度中均有已经展翅的成虫。运动是单向的,即自尸体至土表。该处土壤中等疏松,有很多虫道,小蛀蚓则正在尸体中发育。尸体上未找到卵。到 6 月中旬,5 月的一代彻底不见,但到 8 月 6 日成虫再次见到群集该处土表。群集活动发生在阳光下,在阴沉天气则集中于泥块下。

在瑞典,1952 年 3 月发掘了 1948 年 6 月 19 日死亡的 1 具尸体,Ardö(1953)也采得此种,并作了饲养观察,根据试验可以认为成虫并不需要每代到地面上来群集交配。

在德国,Lundt(1964)查明锥蚤蝇属 *Conicera* 和裂蚤蝇属 *Metopina* 可在 4 d 内到达埋在土中 50 cm 深处的肉上。在美国,Payne et al.(1968a)以埋在 50~100 cm 深处的猪尸为材料,查明 *Dohrniphora incisuralis* (Loew)和 *Metopina subarcuata* Borgmeier 成虫第 3 天前到达,并取食肿胀尸体的汁液。蚤蝇幼虫在第 7 天尸体开始瘪缩前取食活跃。

Borgmeier(1968,1971)的世界名录、Disney(1983)的英国蚤蝇科检索表可供工作中参考。

4.6 食蚜蝇科 Syrphidae

食蚜蝇,英文名"syrphid flies","flower flies"。小至中型,似蜜蜂或胡蜂,光滑或多软毛,

宽扁或细长，常蓝、黑色间黄橙色条斑。头大；雌虫离眼式，雄虫接眼式，单眼 3 个；触角 3 节，生在小型或大型瘤上，触角芒位于背方或背方末端处，简单或 3 节，有时呈羽毛状。翅大；多数种类 r_{4+5}脉和 m_{1+2}脉之间，并贯穿 r－m 横脉有 1 条褶皱状或骨化的伪脉（vena spuria）；R_5 室封闭，端横脉通常与翅缘平行，R 室与 M 室较长。腹部可见 4～6 节。

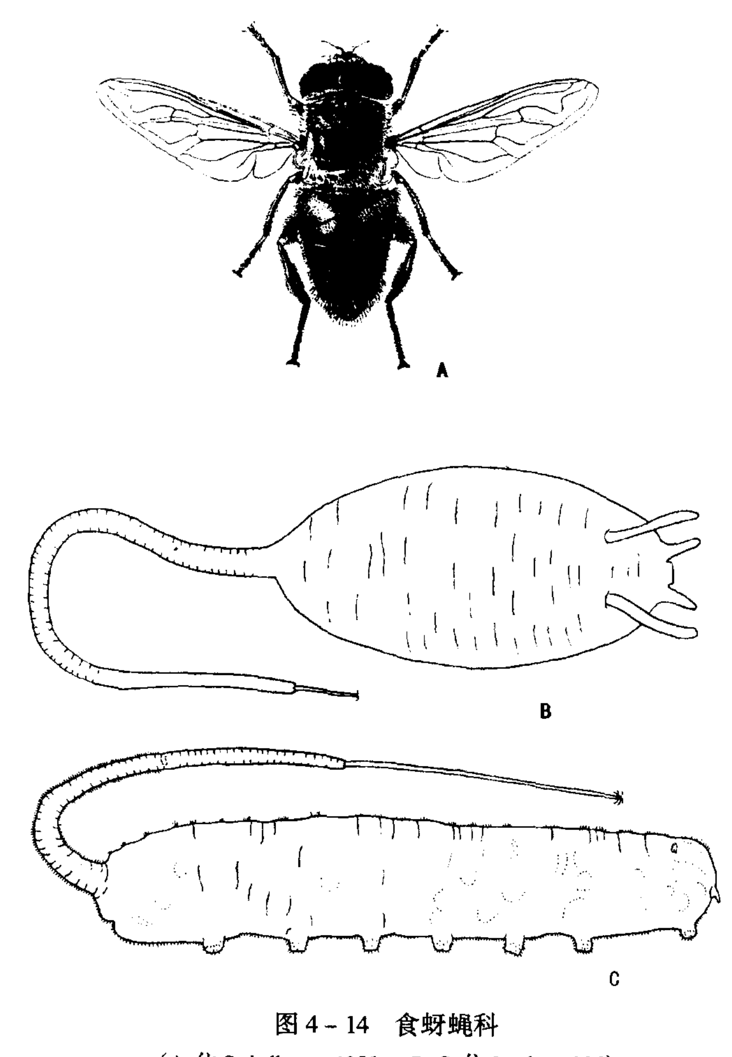


图 4－14 食蚜蝇科

（A. 仿 Stakelberg 1956； B，C. 仿 Smith 1986）

长尾管蚜蝇 *Eristalis tenax*

A. 成虫 B. 围蛹背面观 C. 幼虫侧面观

幼虫头部退化，两端气门式或后气门式，体 11 节。幼虫有 4 类：①贝型；②短尾型；③鼠尾型；④蚜蝇型。

成虫能在空中停留不移动或突然前进，常在花上活动，食花粉、花蜜或汁液，产卵在蚜虫群体中或污水、粪池内。幼虫捕食蚜、蚧等，或食腐殖质、粪水、尸体。

成虫可访问尸体，寻找水分。取食蚜虫的食蚜蝇属 *Surphus* 一些常见种及其近缘的幼虫，在野外可偶然从植物上落到尸体上。这些并没有太多的法医学意义。

值得注意的是长尾管蚜蝇 *Eristalis tenax* L.（图 4－14），世界分布，很常见。国内已知分布于河北、甘肃、江苏、浙江、福建、湖北、湖南、广东、四川、云南及西藏等省、区。从成虫外

观,发嗡嗡声,以及时常访花3方面来说都极似蜜蜂。成虫头近半圆形,触角芒裸,眼被棕色短毛。腹部大部分棕色,具"I"字形黑斑。幼虫鼠尾型,有1长形、可套叠伸缩的呼吸管,这是对生活于液态或半液态基质中的一种适应。任何含有腐败有机物质的污水以及具讨厌气味的黑糊糊的液体都为此种提供了合适的基质。只要尸体上有污秽的渗出物存在,就为该种幼虫的出现创造了条件。本属其他种类以及具鼠尾蛆的其他属亦可发生于半液态腐肉上。

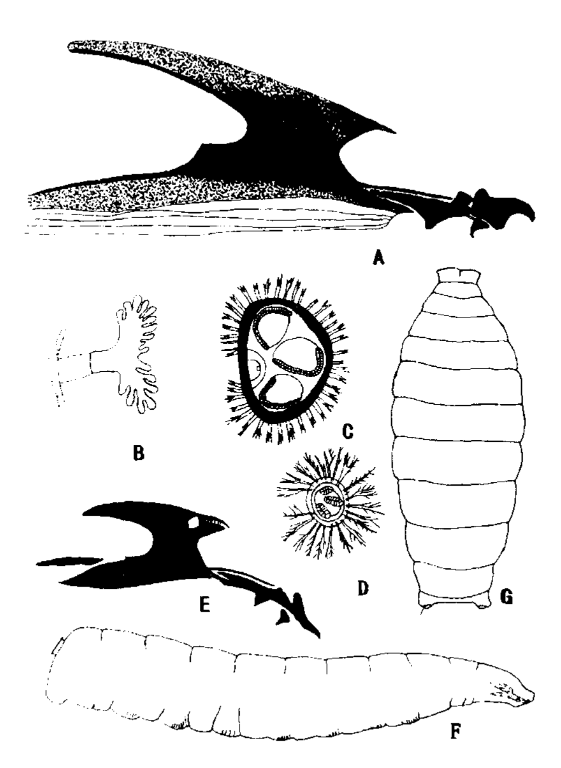


图4-15 扁蝇科 (仿Smith 1986)
Coelopa frigida 幼虫和围蛹
A.3龄幼虫口咽器 B.3龄幼虫前气门 C.3龄幼虫后气门
D.2龄幼虫后气门 E.2龄幼虫口咽器 F.3龄幼虫侧面观
G.围蛹背面观

4.7 扁蝇科 Coelopidae

扁蝇成虫体长3.0~7.5 mm,扁平,多毛。眼小,触角有时包陷于沟内,口缘有毛,后顶鬃交叉状,足有刚毛,有顶前刚毛,第1臀脉伸达翅缘。通常被称为海草蝇或海藻蝇(seaweed-flies, kelp-flies),因常见于海滨被潮水带来的海草或巨藻上。幼虫滋生在腐败的海生植物上,围蛹在海生植物间或在附近的岩石、圆卵石下。成虫强烈地为芳香物质所吸引,特别是三氯乙烯(trichloroethylene),有时成群侵犯药房、香料店和医院。

通常它们不发生于尸体上,但对海边发现的尸体,本科蝇类可能具有法医学重要性。Nuorteva et al.(1974)在5月上半月丽蝇活动前,于Baltic公海上漂浮的人尸上发现本科的*Coelopa frigida* (Fallén) (图4-15)。

4.8 日蝇科 Heleomyzidae (= Helomyzidae)

日蝇成虫体长4~10 mm,淡黄色,淡褐色或灰色。触角小而不明显。翅沿前缘有刺毛1列,前缘脉在亚前缘脉末端处稍折断,亚前缘脉显著。有发达的口鬃,顶后鬃交叉形,位于单眼的后方,胫有距及端前刺。

幼虫滋生于排泄物、尸体和各种腐败有机质中。它们曾从腐败马铃薯、朽木、兔鼠洞穴、蝙蝠粪很多的山洞、鸟巢、哺乳动物窝中采得,有的自真菌中育出。Smith(1956)记录了与白鬼笔菌 *Phallus impudicus* L.(具强烈腐肉气味)有关的5种 *Heleomyza* 属昆虫。在英国,*Neole-*

ria inscripta（Meigen）(图 4－16)似乎是最常见的与腐肉有关的日蝇科昆虫，曾从牛和兔的尸体上找到(Smith　1986)。在狐狸尸体上，其幼虫数比所有其他双翅目都多(Smith　1975)。在狐狸死后 5 d，成虫首次出现，约 3 周后出现幼虫。*Scoliocentra villosa*（Meigen）和 *Oecothea fenestralis*（Fallén）曾从埋在兔洞口以吸引某些甲虫的腐败肉罐头中获得。在德国土埋腐肉研究中，Lundt(1964)发现 *Morpholeria kerteszi*（Czerny）产卵于土表，小幼虫穿过土壤到达腐肉。

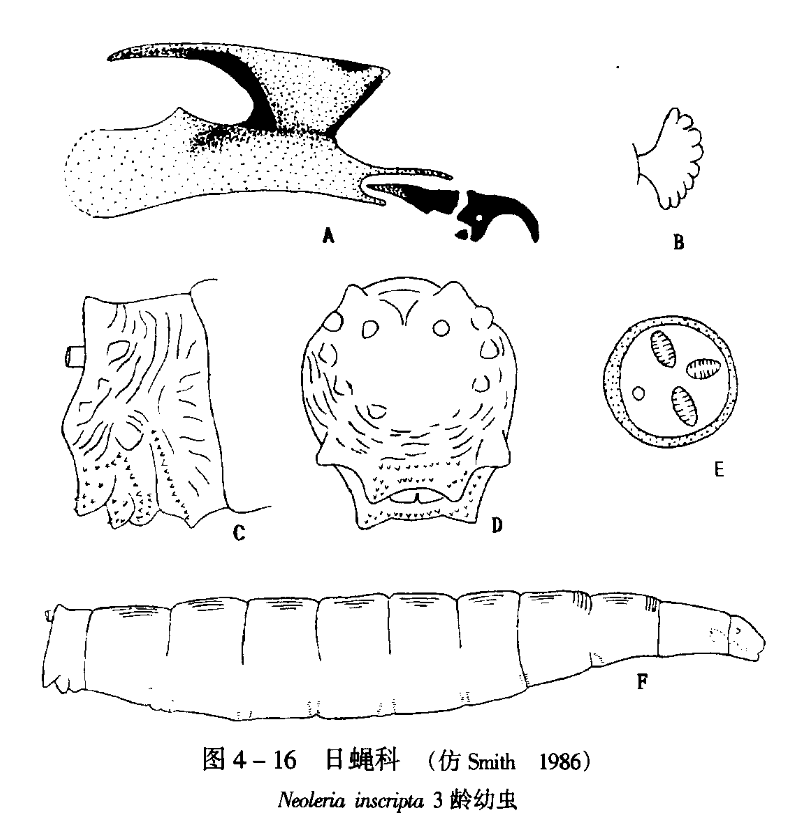


图 4－16　日蝇科　(仿 Smith　1986)

Neoleria inscripta 3 龄幼虫

A. 口咽器　B. 前气门　C. 末节侧面观　D. 末节后面观　E. 后气门　F. 幼虫侧面观

4.9　小粪蝇科 Sphaeroceridae(= Borboridae)

小粪蝇，英文名“small dung flies”。成虫体长 1.5～3.5 mm，一般黑色。前缘脉稍有折断，由此生出不完全的亚前缘脉，有口鬃，后足基跗节常短而膨大(图 4－17)。有些种类翅短或缺翅。常与粪蝇科 Scathophagidae、鼓翅蝇科 Sepsidae 在一起。滋生于粪便、腐肉、腐败植物渣滓、海草、真菌以及洞穴中。

在人尸上，假使腐败液汁渗出的话，小粪蝇科可预期出现于酪蛋白发酵阶段，即 Mégnin 的第 4 波，但 Erzinclioǧlu(1983)曾在英国北部于死亡当天以及死后最初几天发现它们。

Kimosina（*Alimosina*）*empirica*（Hutton）(= *Leptocera pectinifera* Villeneuve)曾在维也纳人尸上有过记录(Duda　1918，记载为 *L. cadaverina*)。Smith(1986)说，他曾见过 1980 年在英格兰南部 Surrey 州一汽车后部发现的人尸上取得的该种标本。这是驰名的室内种类，但也在死

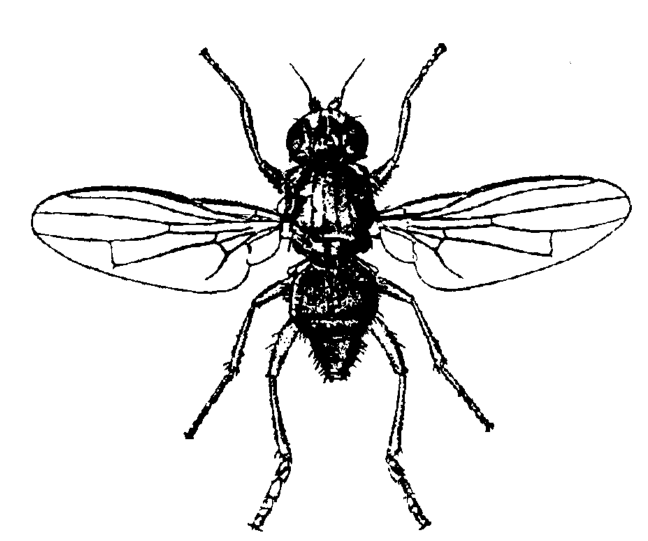


图 4-17 小粪蝇科 (仿 Stakelberg 1956)
Copromyza equina 成虫

海豹上发现(Lane 1978),Pitkin 并从兔尸和狗的食物(肉)中育出。Fredeen 和 Taylor(1964)曾自污水处理罐中获得该种。

在英国,Parmenter (1952)在死鼹鼠上发现 *Coproica ferruginata* Stenhammer,而 Smith (1975)则在死狐狸上发现了下列诸种:*Leptocera fontinalis* (Fallén),*Leptocera caenosa* (Rondani)(图 4-18 H,O),*Chaetopodella scutellaris* (Haliday),*Coproica pseudolugubris* (Duda)(图 4-18 E),*Spelobia palmata* (Richards),*Spelobia clunipes* (Meigen)(图 4-18 A~C),*Opalimosina denticulata* (Duda),*Sphaerocera curvipes* Latreille 和 *Ischiolepta pusilla* (Fallén)(图4-18 D,F)。Chapman 和 Sankey (1955)在兔尸体上发现 *Spelobia luteilabris* (Rondani)。Payne et al.(1968 a)查明土埋猪尸上主要是蚂蚁、蚤蝇科 Phoridae 和小粪蝇科的 *Leptocera*。

下列种类一般生活于室内,因此可能与室内案件有牵连。*Leptocera caenosa* (Rondani)常见于盥洗室、厕所;*Coproica ferruginata* Stenhammer 常见于紧靠马厩、牛棚等的房子中。其他一些在室内窗口上常见到、也值得注意的是:*Copromyza similis* (Collin),*Elachisoma aterrima* (Haliday),*Apteromyia claviventris* (Strobl),*Spelobia clunipes* (= *Leptocera crassimana*) (Haliday),*Pullimosina heteroneura* (Haliday)和 *Halidayina spinipennis* (Haliday)。

大概许多与动物粪便有关的种类被吸引到现场人的粪便上来,或者从动物或人的粪便转移到人或动物尸体上来。有些种类较偏嗜某种粪便。自人类粪便上明确记录的有:*Leptocera caenosa* (Rondani),*Sphaerocera curvipes* Latreille,*Ischiolepta pusilla* (Fallén),*Copromyza stercoraria* (Meigen)(图 4-18 I,J),*Coproica vagans* Haliday,*Coproica acutangula* (Zetterstedt),*Chaetopodella scutellaris* (Haliday)和 *Spelobia cambrica* (Richards)。

图 4-18 所示各种,Smith (1986)认为是本科中与案件最可能有牵连的种类。

卵(图 4-18 O)白至灰黄色,长椭圆形,背面常扁平。通常大部分埋在基质中,仅背部或背部前端未埋入。卵表有雕纹,常有附加构造,特别在卵孔周围,其中有些与某些种类的呼吸角作用相同。Limosininae(本科中的一亚科)的卵长 0.43~0.68 mm,相对较大。

幼虫(图 4-18 L,N)常白色,半透明,除 *Chaetopodella scutellaris* 外,很少有过描述。

围蛹(图 4-18 A~K,M)常淡黄色至黄褐色,真正的蛹在后方 2/3 处,前端可常弯曲。

Goddard(1938)查明 *Pullimosina heteroneura* (Haliday)卵 2 d 后孵化,Okely(1974)报告 *Spelobia parapusio* (Dahl) (图 4-18 N)卵 24 h 孵化,Schumann(1962)说 *Chaetopodella scutellaris* (Haliday)卵亦是 24 h 孵化。

Okely 发现 *Spelobia parapusio* (Dahl)幼虫 4 d 化蛹;Schumann 发现 *Pullimosina pullula* (Zetterstedt)幼虫期为 12 d,而 *Chaetopodella scutellaris* (Haliday)为 5 d,其中 1 龄、2 龄各 1 d,3

龄 3 d(Smith　1986)。

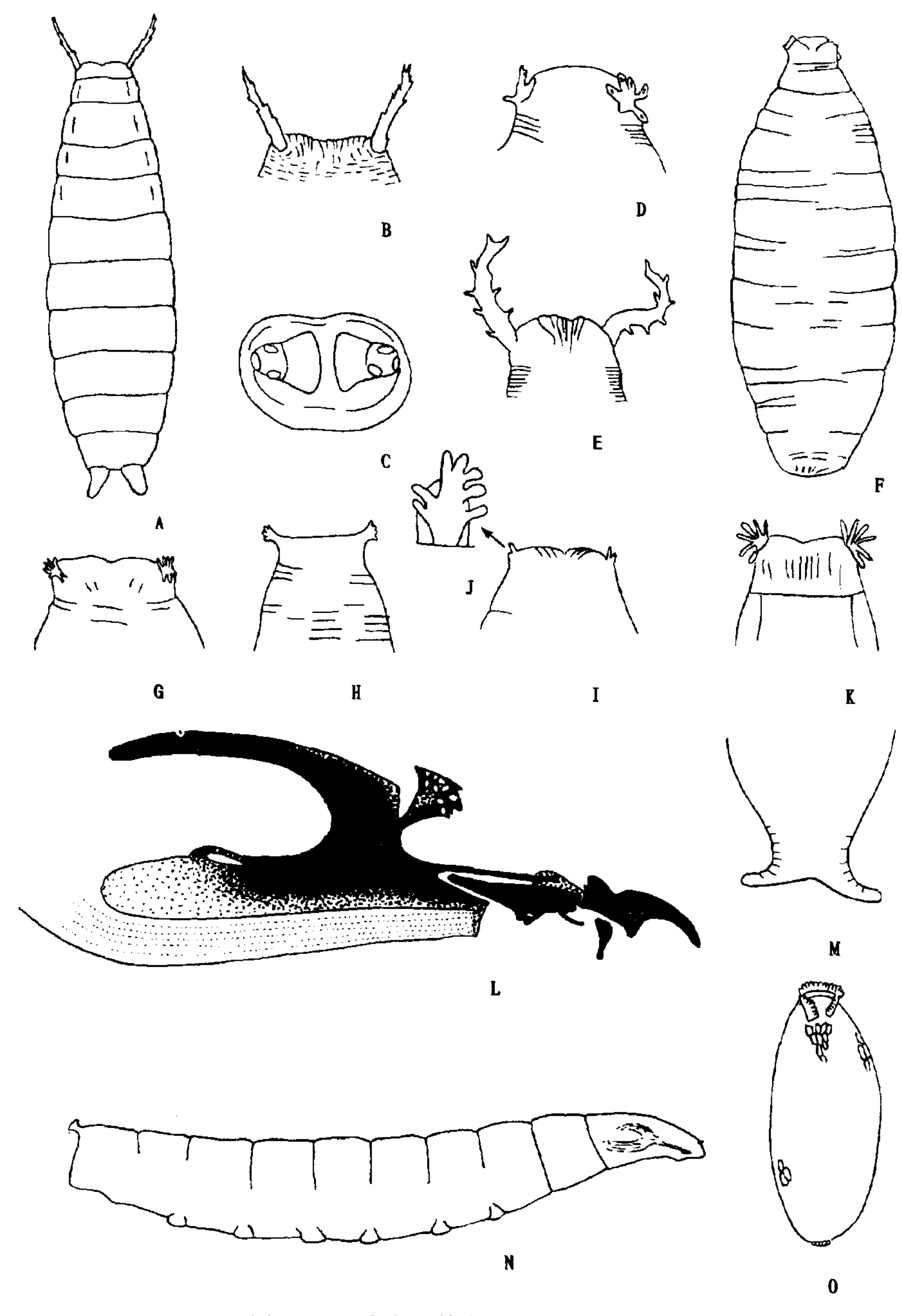


图 4－18　小粪蝇科幼期　(仿 Smith　1986)

A. *Spelobia clunipes* 围蛹　B. *Spelobia clunipes* 围蛹前气门　C. *Spelobia clunipes* 围蛹后气门　D. *Ischiolepta pusilla* 围蛹前端　E. *Coproica pseudolugubris* 围蛹前端　F. *Ischiolepta pusilla* 围蛹　G. *S. subsultans* 围蛹前端　H. *Leptocera caenosa* 围蛹前端　I. *Copromyza stercoraria* 围蛹前端　J. *Copromyza stercoraria* 围蛹前端部分放大,示气门　K. *Thoracochaeta zosterae* 围蛹前端　L. *Borborus ater* 3 龄幼虫口咽器　M. *Thoracochaeta zosterae* 围蛹末端　N. *Spelobia parapusio* 3 龄幼虫侧面观　O. *Leptocera caenosa* 卵

蛹期长短变化颇大，可因不利条件而延长。例如 *Spelobia talparum* (Richards)为 5 ~ 8 d, *Herniosina bequaerti* Villeneuve16 ~ 18 d(Goddard 1938), *Pullimosina pullula* 4 ~ 12 d(Okely 1974)。

Laurence 饲养试验(1955)指出了粪食性种类在自然条件下自卵至下一代卵的生活史历期，现加上其他来源，将类似数据一并介绍如下：

Limosina silvatica 76 ~ 205 d; *Spelobia clunipes* 18 ~ 100 d; *Chaetopodella scutellaris* 20 ~ 64 d; *Telomerina pseudcleucoptera* 35 ~ 60 d; *Opalimosina denticulata* 32 ~ 45 d; *Opalimosina collini* 30 ~ 50 d; *Halidayina spinipennis* 28 ~ 34 d; *Pullimosina pullula* 22 ~ 36 d (Okely 1974); *Terrilimosina racovitzai* 70 ~ 90 d (Papp et al. 1976); *Herniosina bequaerti* 70 ~ 90 d (Papp et al. 1976)。

成虫羽化后大概很快交配，5 ~ 12 d 后开始产卵。孤雌生殖种类，如 *Ptesemis fenestralis* (Fallén), *Spelobia parapusio* (Dahl)，羽化后 4 ~ 5 d 产卵(Goddard 1938)。成虫寿命 *Herniosina bequaerti* 38 d, *Terrilimosina racovitzai* 62 d。

Hammer (1941)指出 *Spelobia clunipes* 成虫夜间不活动，而 Richards(1930)报告，许多种类在夜间是活动的。Rohácek(1982)说在暖和的雨后傍晚，*Limosina silvatica*, *Spelobia clunipes* 和 *Terrilimosina schmitzi* (Duda)活动增强，认为温度和湿度的影响可能比光周期更大。这方面尚须更多的观察。

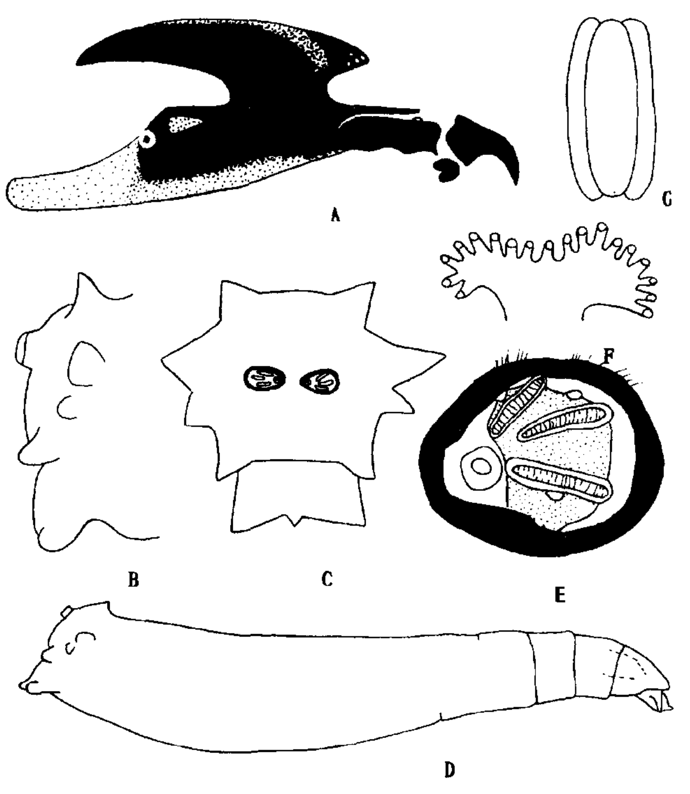


图 4 - 19 圆头蝇科 (C, D. 仿 James 1947; 其余仿 Smith 1986)

Dryomyza anilis 幼虫和卵

A. 3 龄幼虫口咽器 B. 3 龄幼虫末节侧面观 C. 3 龄幼虫末节后面观

D. 3 龄幼虫 E. 3 龄幼虫后气门 F. 3 龄幼虫前气门 G. 卵

4.10 圆头蝇科 Dryomyzidae

圆头蝇成虫体长 6～10 mm,多淡黄褐色或红褐色,翅长明显大于体长,常出现于潮湿遮阴处。*Helcomyza* 属淡灰色,有一系列前缘刺(costal spines)(与日蝇科 Heleomyzidae 相似),与水蝇科 Ephydridae 和扁蝇科 Coelopidae 等同海草有关的昆虫一起发生于海滨。

卵(图 4－19 G)左右各有 1 个背侧凸缘。幼虫(图 4－19 A～F)滋生于腐败物质中,特别是排泄物(包括人粪尿)、腐败的真菌(包括具腐肉气味的白鬼笔菌 *Phallus impudicus* L.)以及腐肉中。

Dryomyza anilis Fallén (图 4－19)曾见发生于鼩鼱(Disney 1973)、狐狸(Smith 1975)和雉鸡(Smith 1981)的尸体上。Barnes(1984)在实验室内用环节动物、软体动物、昆虫、脊椎动物的尸体以及腐败的真菌进行饲养均获成功,并记述了该种在美国的生物学。

4.11 鼓翅蝇科 Sepsidae

鼓翅蝇,英文名“black scavenger flies”。成虫体长 2.5～3.5 mm,小型而细长,有黑或红色光泽。头球形,有鬃,颊窄,下颚须小或退化,触角芒裸或几乎裸。后气门至少有 1 根明显的鬃。腹部延长,基部狭窄。常在排泄物上,夹杂在粪蝇科 Scathophagidae 和小粪蝇科 Sphaeroceridae 昆虫之间。行走时的振翅习性使它们与同一生境中其他昆虫很快区别开来。常见属 *Sepsis* 的成员在翅端有 1 黑斑(图 4－20)。

卵(4－21 A～C)有 1 明显的长呼吸角,常常长过卵本身。幼虫取食各种各样的腐败有机物质,通常粪食性。

在人尸上,鼓翅蝇科出现在酪蛋白发酵和氨发酵之前,与酪蝇科 Piophilidae、果蝇科 Drosophilidae 等一起。在狐狸尸体上(Smith 1975),*Nemopoda nitidula* (Fallén)成虫首次出现在死后 12 d(1972 年 9 月 8 日),2、3 龄幼虫则于死后 45 d 的取样中找到(1972 年 10 月 11 日),而 Erzinclioǧlu(1983)在英国北部则于死后若干天内即发现它们。因它们与粪肥联系密切,成虫飞来的迟早,与四周环境关系很大。根据国外文献记载,与腐肉或人类粪便有关的主要是下列各种:

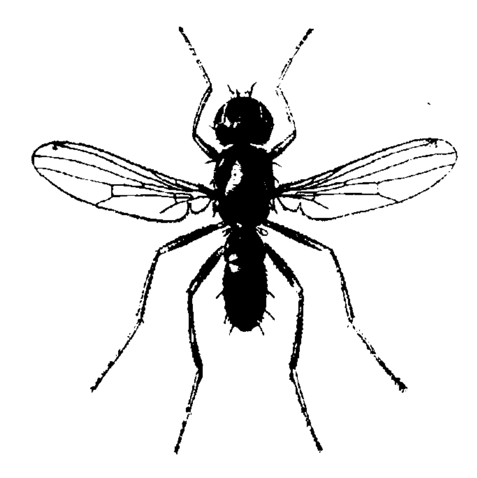


图 4－20 鼓翅蝇科 (仿 Stakelberg 1956)
Sepsis cynipsea 成虫

Nemopoda nitidula (Fallén)(图 4－21 H,I,M,Q)曾自排泄物、腐肉、腐败的真菌以及朽木中育出,常见,常发生在腐肉上。

Themira putris (L.)(图 4－21 O)曾自人、猪的粪便以及鸟巢中获得,常见于垃圾、污水附近。

Themira leachi (Meigen)曾自人粪和肥土中育得。成虫常出现于牛粪上。

Themira nigricornis (Meigen)曾自人类排泄物和菜园等土壤中育出。

Sepsis punctum (F.)(图 4－21 A,G,K,L,P)曾自人类排泄物以及牛粪、猪粪中育出。

Meroplius minutus (Wiedemann) (= *stercorarius* Robineau-Desvoidy) (图 4－21 J)曾自人粪以及兔粪堆中育出。成虫可被腐肉所吸引。

Orygma luctuosum Meigen (图 4－21 C～F)滋生于海边,可能与法医学调查有关。

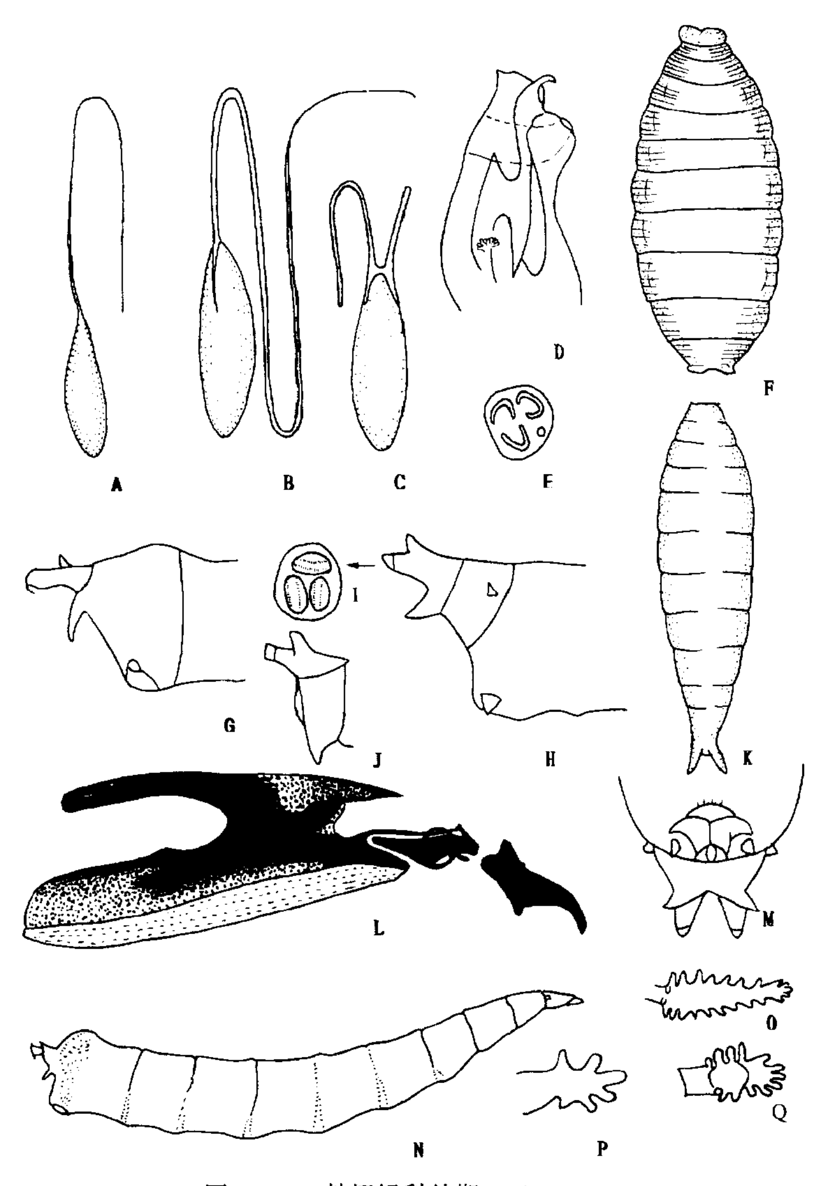


图 4－21 鼓翅蝇科幼期 (仿 Smith 1986)

A. *Sepsis punctum* 卵 B. *Sepsis violaceum* 卵 C. *Orygma luctuosum* 卵 D. *Orygma luctuosum* 3 龄幼虫口咽器 E. *Orygma luctuosum* 3 龄幼虫后气门 F. *Orygma luctuosum* 围蛹 G. *Sepsis punctum* 3 龄幼虫末端 H. *Nemopoda nitidula* 3 龄幼虫末端 I. *Nemopoda nitidula* 3 龄幼虫后气门 J. *Meroplius minutus* 3 龄幼虫末端 K. *Sepsis punctum* 围蛹背面观 L. *Sepsis punctum* 3 龄幼虫口咽器 M. *Nemopoda nitidula* 3 龄幼虫末端腹面观 N. *Sepsis* sp. 3 龄幼虫 O. *Themira putris* 3 龄幼虫前气门 P. *Sepsis punctum* 3 龄幼虫前气门 Q. *Nemopoda nitidula* 3 龄幼虫前气门

4.12 酪蝇科 Piophilidae

酪蝇,英文名“skippers”或“skipper flies”。成虫体长 2.5 ~ 5.0 mm,一般黑色或略呈蓝色,有光泽。喙肥大,头顶鬃 2 对,口鬃大,下颚须大,触角横卧,第 3 节长形,芒上无毛。翅发达,前缘脉在翅顶处中断,亚前缘脉完全。腹部具粉。雄蝇第 6 和 7 腹节气门消失。成虫出没于尸体、骨骼、垃圾、人粪尿、污水、制革厂、毛皮商店等处以及富含蛋白质的干燥食物附近。

幼虫苍白色,有肉质肛门突起 2 个,其上无气门板,大多腐食性。

酪蝇 *Piophila casei* (L.)(图 4 - 22 A;图 4 - 23 E ~ G,L)是干酪、咸猪肉、熏猪肉上常见的储藏物害虫。有时亦引起人体肠疽病或鼻腔蝇蛆病。世界分布。成虫体长 2.5 ~ 4 mm;幼虫善跳,英文名“cheese-skipper”。据 Simmons(1927)在美国研究,每雌产卵 200 粒或更多,单产或成堆产在肉(火腿)的表面或缝隙中。天热,卵 1 d 内孵化,幼虫期约在 5 d 内完成,于是开始迁移,在迁移期内跳跃习性更加明显。遇到危险即跳跃,不受惊扰,也可用跳跃来迁移,然而最常见的运动方式仍然是爬行。结束取食后 3 或 4 h 开始化蛹,48 h 后,90% 的迁移幼虫业已化蛹。夏日,化蛹 5 ~ 8 d 后羽化。温度和食物不同,发育速率不同,于酪作为幼虫食料不如火腿。Smart(1935)探明幼虫可在 52℃高温下存活 1 h,45℃下则为 24 h。

Rondani(1874)于巴黎一暴露人尸上首次记录了酪蝇 *Piophila casei*。Motter(1898)在他检查的 150 座坟墓中的 10 座,发现有酪蝇 *Piophila casei* 遗体。这些坟墓具有 3 ~ 10 年历史,深 91.4 ~ 182.9 cm,不知酪蝇是如何进入的,但它们的存在说明在黑暗中产卵是可能的。

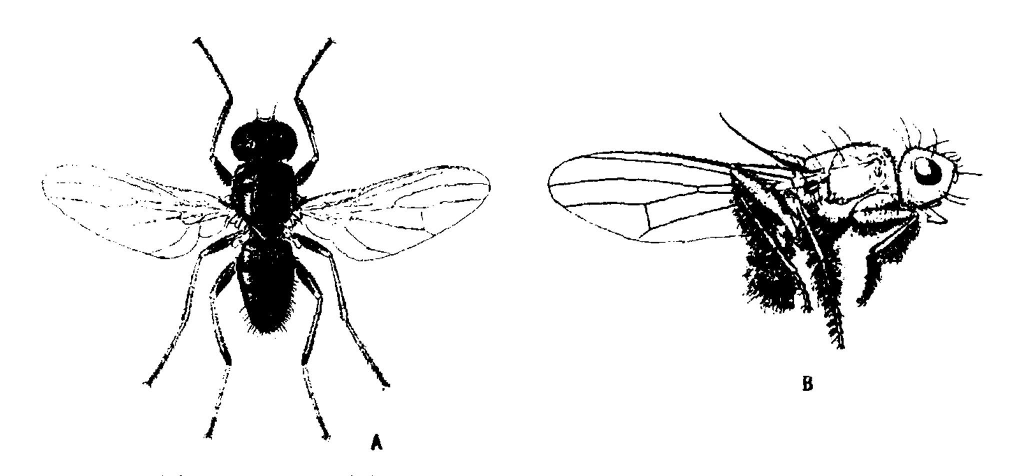


图 4 - 22 酪蝇科成虫 (A.仿 Stakelberg 1956, B.仿 Séguy 1950)

A. *Piophila casei* B. *Centrophlebomyia furcata*

Colyer 和 Hammond(1968)在狐狸遗弃于洞外的鸡腿上发现 *Piophila varipes* Meigen(图 4 - 23 I),在狩猎场猎获的狐狸尸体上发现 *Piophila vulgaris* Fallén(图 4 - 23 A ~ D)。Smith(1975)在一狐狸死了 4 d 或 5 d 后发现有 *Piohila varipes* 和 *Piophila vulgaris* 成虫,但若干周后只发现

后者的幼虫。Oldroyd(1964)从一暴露人尸的大腿中获得 *Piophila foveolata* Meigen (= *nigriceps* Meigen)(图4-23 H),M.W.Shaw 和 W.J.Hendry 博士在 Scotland 于 1982 年 2 月 15 日发现的人尸上获得同种标本,也取自大腿,该尸体自 1980 年 6 月开始就一直在那儿了(Smith 1986)。Nuorteva(1977)在芬兰南部雪中人尸的脑壳内发现 *Piophila foveolata* 幼虫,后来查明此人死于大约 9 个月前。

Mégnin(1894)指出,酪蝇属 *Piophila* 于人死后 3~6 个月脂肪酸和酪蛋白存在时出现。Johnston 和 Villeneuve(1897)不赞成 Mégnin 的意见,根据他们在加拿大对暴露人尸(一在 5 月份,一在 8 月份)的研究,发现只在脂肪皂化很明显后,酪蝇属 *Piophila* 才出现。一般地说,酪蝇属 *Piophila* 在尸体上发生较迟。Leclercq(1969)指出,当丽蝇属 *Calliphora*、绿蝇属 *Lucilia*、麻蝇属 *Sarcophaga* 等体型较大、尸体上更常见的早期蝇类因故被排除时,酪蝇属 *Piophila* 可排他地在尸体上大量发生。Mégnin (1894)记录说,1 人因中风或动脉瘤死于安乐椅,10 个月后发现时,无数酪蝇属 *Piophila* 幼虫在其周围跳跃。

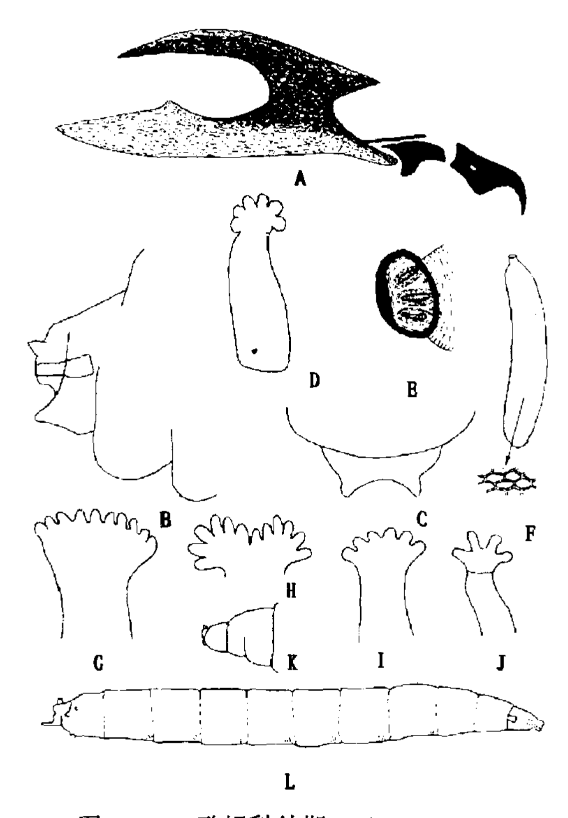


图 4-23 酪蝇科幼期 (仿 Smith 1986)

A. *Piophila vulgaris* 幼虫口咽器 B. *Piophila vulgaris* 幼虫末端侧面观 C. *Piophila vulgaris* 幼虫末端背面观 D. *Piophila vulgaris* 幼虫前气门 E. *Piophila casei* 幼虫后气门 F. *Piophila casei* 卵 G. *Piophila casei* 幼虫前气门 H. *Piophila foveolata* 幼虫前气门 I. *Piophila varipes* 幼虫前气门 J. *Piophila bipunctatus* 幼虫前气门 K. *Piophila bipunctatus* 幼虫末端侧面观 L. *Piophila casei* 幼虫整体

在埃及木乃伊上亦有酪蝇属 *Piophila* 昆虫发现(Cockburn et al. 1975)。

近缘的尸蝇科 Thyreophoridae 现已并入本科(McAlpine 1977),它们生活于大型哺乳动

物，如马、驴、狗、鹿等高度腐败的暴露尸体上，大约12种左右，世界范围分散分布，有人认为逐渐趋向灭绝（Oldroyd　1964）。Paramonov（1954）和McAlpine（1977）则认为在自然界它们并不稀少，因发生于冷天，那时昆虫学家不在野外采集，故很少采到。像 *Thyreophora cinophila* （Panzer）发生于尸体上就在雪融化之后。*Centrophlebomyia furcata*（图4－22 B，图4－24），成虫黄褐色，长6～7 mm，Freidberg（1981）于11、12、1月间在以色列山羊、绵羊、牛的尸体上找到，卵产于骨骼上，幼虫取食骨髓，成虫特别喜欢伤口和脑壳。它们亦可在人尸上发现。*Centrophlebomyia anthropophaga* Robineau-Desvoidy 是被认为已经绝迹的另一种，Michelsen（1983）在克什米尔马尸体上重新发现。Ozerov（1984）则在俄罗斯大型哺乳动物尸体上发现 *Protothyreophora grunini* Ogerov 幼虫。

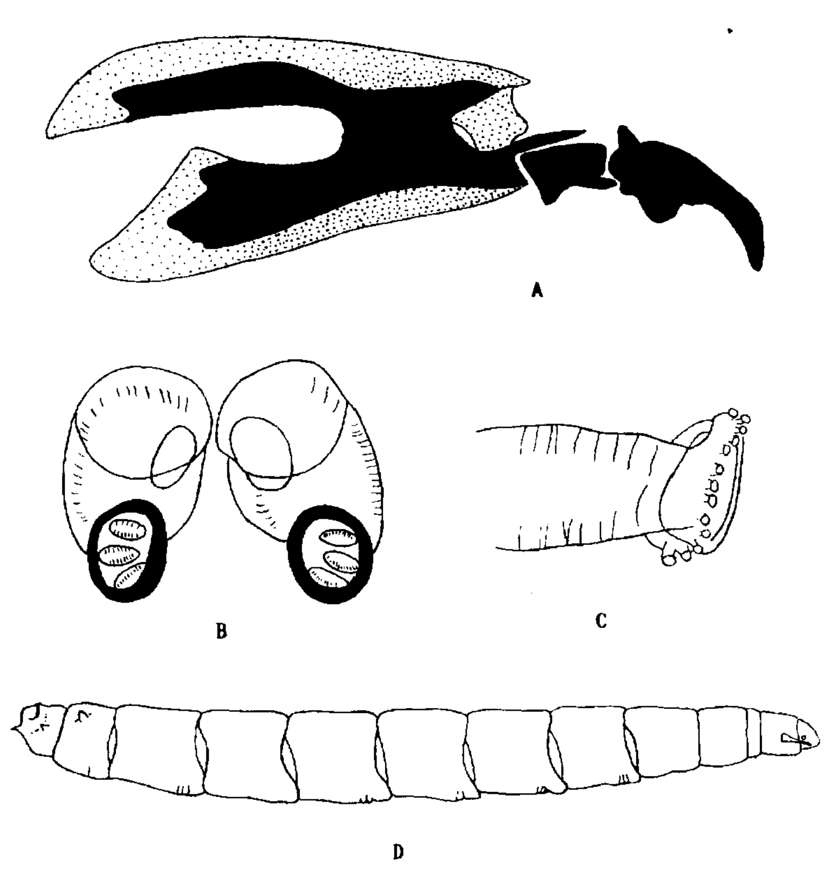


图4－24　*Centrophlebomyia furcata* 幼虫　（仿 Freidberg　1981）
A.口咽器　B.后气门　C.前气门　D.幼虫整体

4.13　叶蝇科 Milichiidae

叶蝇，小至很小，成虫灰黑色或黑色，具光泽。亚前缘脉达前缘，末端与 r_1 分离，前缘脉有2处折断。颊狭长，若宽则毛仅着生在下缘，前颊细长，唇瓣长而明显并可沿前颊向后折叠。生境多种多样。

Madiza glabra Fellén(图 4-25)成虫体长 2.5 mm,黑色,全北区分布,常发生于农村。有时室内成虫大量出现,Oldroyd(1964)认为来自未被发现的动物尸体。生活史和幼期尚不了解,成虫出现于酪蛋白或蛋白质发酵阶段的尸体上,特别是有腐败液汁渗出时。

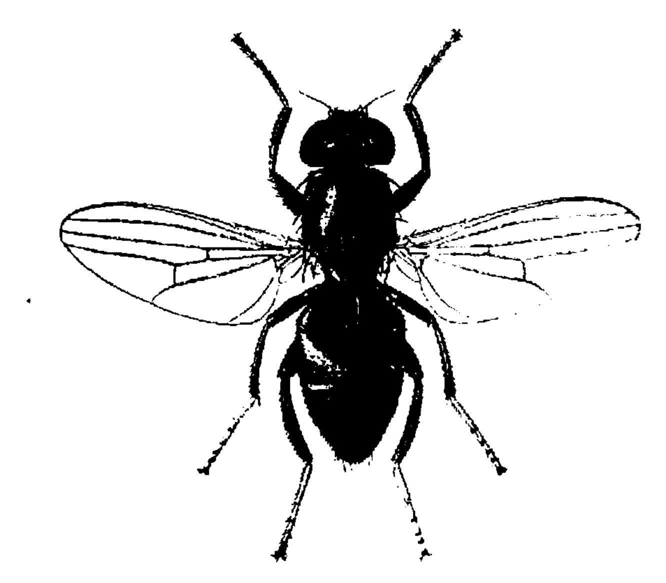


图 4-25 叶蝇科 (仿 Stakelberg 1956)

Madiza glabra 成虫

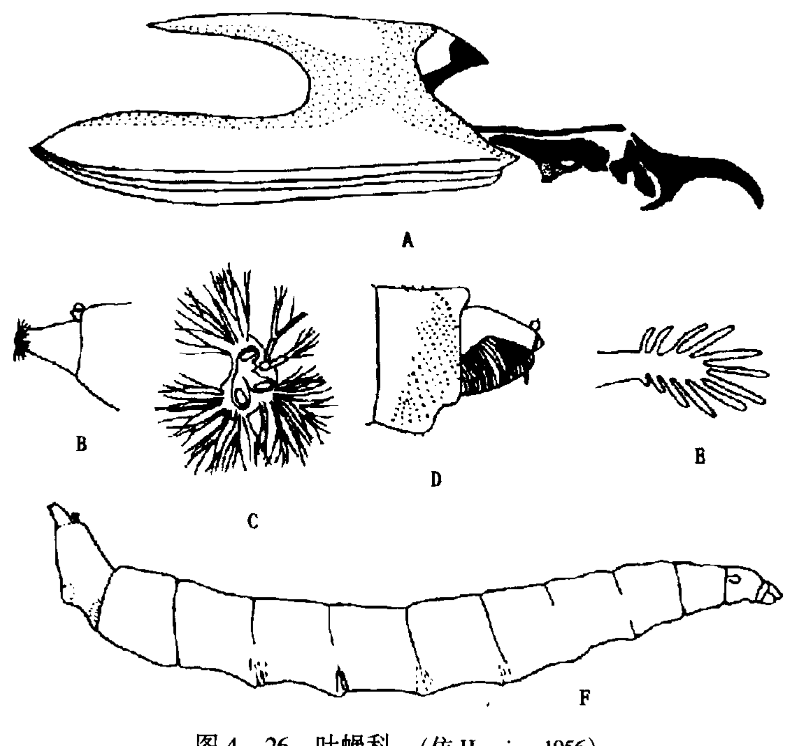


图 4-26 叶蝇科 (仿 Hennig 1956)

Leptometopa latipes 3 龄幼虫

A.口咽器 B.幼虫末端侧面观 C.后气门后面观 D.前端侧面观 E.前气门侧面观 F.幼虫整体侧面观

Leptometopa 属和 *Desmometopa* 属滋生于人类排泄物中。在关岛，Bohart 和 Gressitt (1951) 报告，叶蝇科很少在尸体上见到，但有的被人粪尿所吸引。*Leptometopa latipes* (Meigen) 分布于全北区和非洲区。Hennig(1956)描述了 *Leptometopa coquilletti* Hendel 的幼虫形态，但 Smith (1986)认为是 *L. latipes*。本书图 4-26 即仿自 Hennig (1956)的图。

Desmometopa 属成虫附着于大的捕食昆虫，如食虫虻、猎蝽以及蜘蛛体上，从而被转移，当猎物被捕食昆虫捕获时，它们就在猎物的伤口上取食。*Desmometopa varipalpis* Malloch 为世界分布。

4.14 水蝇科 Ephydridae (= Hydrellidae, Notiphilidae)

水蝇，英文名"shore flies"。微小至小型，成虫黑、暗黑、暗褐或灰色。口常很阔，颜面往往强烈拱起；触角芒裸；单眼后鬃分歧或无，额眶鬃指向外方，无髭。翅脉似黄潜蝇科 Chloropidae，但前缘脉有 2 处折断，第 2 基室和中室合并，无臀室。常有腹侧鬃。

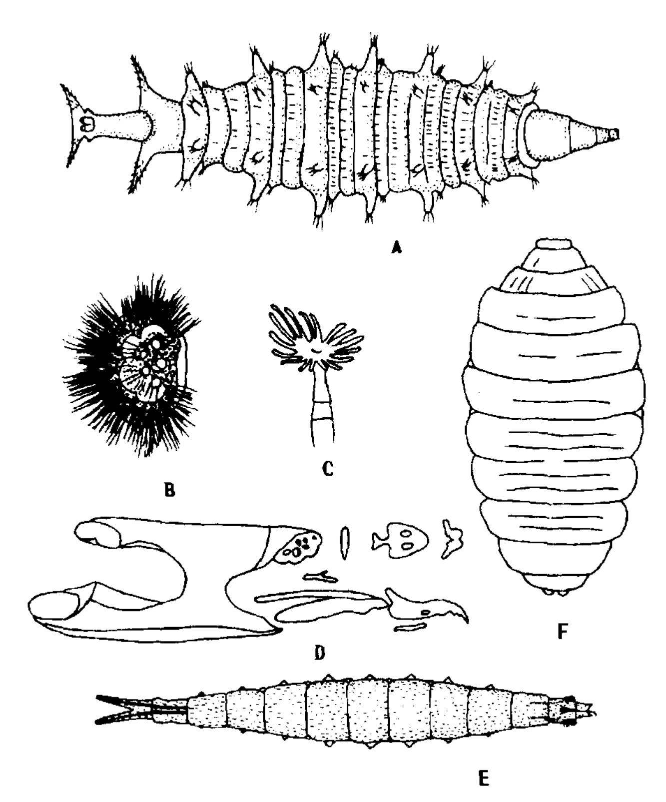


图 4-27 水蝇科幼期 (A. 仿 Hennig 1952, F. 仿 Bohart et al. 1951，其余仿 Smith 1986)

A. *Discomyza incurva* 3 龄幼虫 B. *Teichomyza fusca* 3 龄幼虫后气门 C. *Teichomyza fusca* 3 龄幼虫前气门 D. *Teichomyza fusca* 3 龄幼虫口咽器 E. *Teichomyza fusca* 3 龄幼虫整体 F. *Hecamede persimilis* 围蛹

幼虫纺锤形，水生种类后端细。头小，可缩入胸内，口钩具齿或掌状；触角 2 节；前胸侧面有气门突起，此突起末端具少数长指状构造；腹部常有 8 对明显的伪足，具钩，体末端延伸成管状，后气门位于管状突起上。

成虫多在潮湿的地方,如海滨、沼泽、池塘及溪流等处,幼虫水生或湿生,从污水、尸体到沥青池、温泉、盐泽地均有发现。全世界已知约 1 000 种。

Teichomyza fusca Macquart (图 4-27 B~E)几世界分布,成虫体长 5 mm,绿褐色,在胸部前端和烟色翅上共有 2 条灰色条纹。幼虫可在污水管中大量发生。也可发生于浸入人畜便溺中的木头或其他物质上。

Hecamede 属成虫体长 1.5 mm 左右,灰白色,翅带白色,常见于海边,在沙上跑得很快,滋生于死鱼等废弃物上。在关岛,Bohart 和 Gressitt(1951)发现海滩上有很多 *Hecamede persimilis* Hendel (图 4-27 F),一次见到大量蛆虫和围蛹在人尸之下潮湿、难闻的沙中,与 *Chrysomya* "*nigripes*"(丽蝇科 Calliphoridae)和 *Pseudeuxesta prima* Osten-Sacken(斑蝇科 Otitidae)的围蛹在一起。*Hecamede albicans* (Meigen)分布于古北区,在英国见于死鱼上。

Discomyza 属成虫体长 2.5~4.0 mm,带黑色,腹部宽而扁,滋生于死软体动物和其他尸体上。在关岛,Bohart 和 Gressitt(1951)在野外尸体上采到 *Discomyza maculipennis* (Wiedemann),在腐败的软体动物上常和蚤蝇科 Phoridae 和 *Fannia pusio* (Wiedemann) (厕蝇科 Fanniidae)在一起。被捕成虫很快交配,若干小时内产卵,随意散产,不论食物是否存在。在实验室内,幼虫很快食肝,非常活跃。当受惊动时,后部举起。化蛹时,仍牢牢附着在食物上。他们在一死亡若干星期的人尸上发现其蛆虫,大多在肌肉组织深处。*Discomyza incurva* (Fallén) (图 4-27 A)在古北区广泛分布,在英国曾从死蜗牛中养出。

由于生境的多样性,本科昆虫可能在法医调查中有牵连,特别是当尸体处于沼泽地、近水处或排除了丽蝇的特殊环境中。

4.15 果蝇科 Drosophilidae

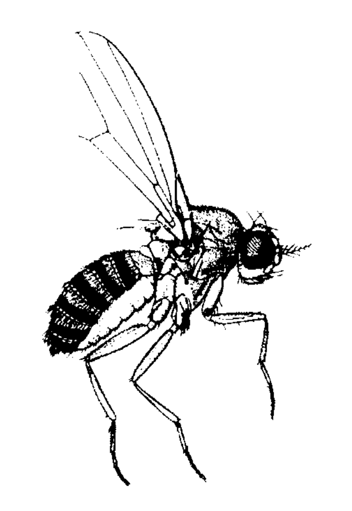


图 4-28 果蝇科 (仿 Smith 1986)
筋果蝇 *Drosophila funebris* 成虫

果蝇,英文名"vinegar flies"或"lesser fruit flies"。通常小型,成虫体长约 2~4 mm,黄或黄褐色。头具 1 对前曲眶鬃(proclinate orbital seta)和 1 或 2 对后曲眶鬃(reclinate orbital seta),后顶鬃(如存在)平行和相像,外顶鬃和内顶鬃一般存在,具鬃;触角基部靠近,紧贴颜部,第 3 节椭圆形或圆形,触角芒一般羽状,除背侧及腹侧分叉外,沿轴另有几根短毛。中胸背板很少裸,正中刚毛常为 2~10 列规则的纵列,具 1,2,3 或 4 对背中鬃,一般 2 对。翅前缘脉具 2 缺刻,前缘脉达 r_{2+3} 或 r_{4+5} 端(有关果蝇的文献中,纵脉代号常为大写);亚前缘脉退化,不达前缘脉缘;具前横脉、后横脉;盘室与第 2 基室某些属由 1 横脉(基横脉)分离。足胫节具端前鬃(preapicals)。腹部雄第 6+7 气门位于第 6 背板的腹缘附近,第 7 背板骨化,第 6 腹板消失(图 4-28)。

卵具长呼吸角(图 4 - 29 L ~ P)。幼虫(图 4 - 29 Q)纺锤形或圆柱形,近白色,每节有小型钩刺环绕;头部和口钩可缩入胸内;前胸气门圆形,有的显著,有的不显著;腹部 8 节,后气门显著,骨化,互相接近或呈分歧突起状。围蛹(图 4 - 29 A ~ E)浅褐色,前后气门同样显著,前气门末端常呈扇形。

成虫喜腐败发酵味,往往在腐烂植物附近活动,常见于酒厂、酒吧、果蔬罐头厂、食品店、旅馆、饭店以及未冲刷的牛奶瓶中。繁殖快、生活史短,易于人工饲养。已知约 2 000 种,许多广为分布。

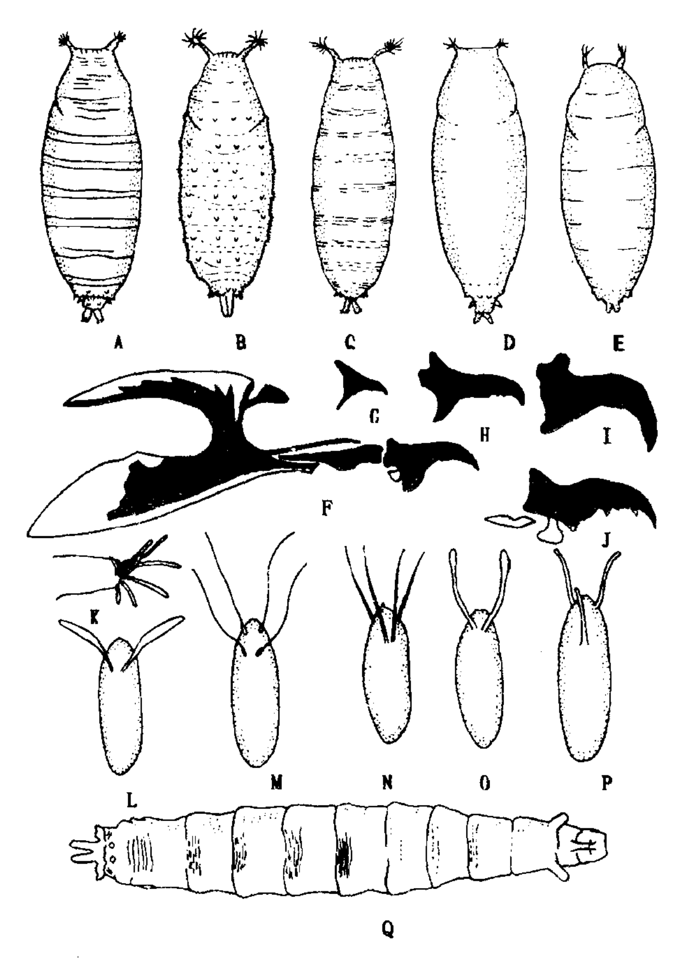


图 4 - 29　果蝇科幼期　(仿 Okada　1968, Shorrocks　1972 以及 Smith　1986)

A. *Drosophila melanogaster* 围蛹背面观　B. *Drosophila busckii* 围蛹背面观　C. *Drosophila funebris* 围蛹背面观　D. *Drosophila subobscura* 围蛹背面观　E. *Drosophila phalerata* 围蛹背面观　F. *Drosophila melanogaster* 3 龄幼虫口咽器　G. *Drosophila melanogaster* 1 龄幼虫上颚　H. *Drosophila melanogaster* 2 龄幼虫上颚　I. *Drosophila melanogaster* 3 龄幼虫上颚　J. *Drosophila busckii* 3 龄幼虫上颚　K. *Drosophila melanogaster* 3 龄幼虫前气门　L. *Drosophila melanogaster* 卵　M. *Drosophila busckii* 卵　N. *Drosophila funebris* 卵　O. *Drosophila subobscura* 卵　P. *Drosophila phalerata* 卵　Q. *Drosophila* 3 龄幼虫腹面观

黄猩猩果蝇(黑腹果蝇)*Drosophila melanogaster* Meigen (图 4 - 29 A,F ~ I,K ~ L)世界分布,国内已知分布于黑龙江、吉林、辽宁、北京、陕西、新疆、山东、安徽、江苏、上海、浙江、福建、台湾、江西、湖南、广东、广西、海南、四川、贵州及云南。是遗传学研究的常用材料,在法

医学方面亦可有一定的意义。

对果蝇科来说，尸体并非是最能吸引它们的饵料，但有些种类可在尸体上发现，主要是在腐败液汁渗出时。

Smith (1975)发现黄猩猩果蝇 *Drosophila melanogaster* 在一死狐狸上，Payne 和 King(1972)在美国发现 *Drosophila quinaria* Loew 和 *Drosophila affinis* Sturtevant 在水中浮起的猪尸上，而 Cornaby (1974)在哥斯达黎加蜥蜴和蟾蜍尸体上发现 5 种本科昆虫。筋果蝇 *Drosophila funebris* (F.)(图 4-28;图 4-29 C,N)在法国曾从污水坑中育出，而嗜凤梨果蝇 *Drosophila ananassae* Doleschall 曾从人粪尿中育出。在美国国家博物馆巴氏果蝇 *Drosophila busckii* Coquillett (图 4-29 B,J,M)的标签上包括有"生活于医学研究实验室尸体上"的记载 (Bohart et al. 1951)。Nuorteva (1974)在一法医学调查中，于盆中的脏衣服中发现数百头筋果蝇 *Drosophila funebris* 幼虫，与毛踝厕蝇 *Fannia manicata* (Meigen)和常齿股蝇 *Hydrotaea dentipes* (F.)在一起。

亮果蝇 *Drosophila phalerata* Meigen (图 4-29 E,P)、亚暗果蝇 *Drosophila subobscura* Collin (图 4-29 D,O)、*Drosophila confusa* Sturtevant 和草姬果蝇 *Scaptomyza graminum* (Fallén)都曾从有腐肉味的白鬼笔菌 *Phallus impudicus* L.上获得(Smith 1956, Nielsen 1963)。

黄猩猩果蝇 *Drosophila melanogaster* 每雌产 400~900 粒卵，每天 15~25 粒，但这些仅是约数，具体决定于温度和其他因子。自幼虫发育至成虫的历期如表 4-2。成虫寿命在 30℃(86℉)下 13 d,10℃(50℉)下 120 d。

表 4-2 黄猩猩果蝇 *Drosophila melanogaster* 自幼虫至成虫的发育天数 (Smith 1986)

温度℃(℉)	大约天数(d)
15 (59)	30
20 (68)	14
25 (77)	10
30 (86)	7.5

4.16 蝇 科 Muscidae

蝇科昆虫一般中至大型，粗壮，少数体较瘦小，极少为小型。成虫鬃毛少，灰黑或有金属光泽或具黑色纵条纹；复眼大，常分离；触角芒羽状；喙肉质，海绵状的唇瓣适合吸收液体；下侧片鬃不成行，腹侧片鬃 1 在前，2 在后，m_{1+2}脉向前弯，末端达翅顶角前或后，cu_1+an_1 脉不达翅后缘，下腋瓣几乎总是长于上腋瓣；腹部有毛，气门位于第 2~5 节背板上。

厕蝇亚科幼虫体褐色或淡褐色，背腹扁平，背面及侧面有树枝状突起；前气门具放射状排列的指状孔突，后气门着生在杆状突起上。一般蝇科幼虫前端尖，后端粗钝，呈长圆锥状，体色多为白色、黄白色；第 8 腹节后表面无深的椭圆形凹陷窝，通常亦无肉质锥形突起，如有，只有 8 个以内的小型锥突；后气门不着生在突起上，但仍稍高于后表面，侧面观至少见到

一侧后气门;气门环完全,气门钮发达;侧口骨缺如。

蝇科常分为厕蝇亚科 Fanniinae、夜蝇亚科 Eginiinae、毛脉蝇亚科 Achanthipterinae、邻家蝇亚科 Reinwardtiinae、点蝇亚科 Azeliinae、家蝇亚科 Muscinae,等等,共 11 个亚科。就法医昆虫学的角度来说,以厕蝇亚科、邻家蝇亚科、点蝇亚科、家蝇亚科为重要。其中的厕蝇亚科常独立为厕蝇科 Fanniidae,本书遵照国内现行一般的分类系统,暂且保留在蝇科之内。根据其幼虫形态的特殊性、成蝇保留着的许多原始特征以及成蝇和幼虫的生态特点,将该类群列为科级是有理由的。

4.16.1 厕蝇属 *Fannia*

成虫体长 3.5~8.0 mm;灰色或黑色;腹部略有光泽,基部有时带黄色。眼无毛,或具短细毛;雄两眼接近,雌眼间距多变化;侧额宽阔,有直立的鬃;侧颜裸,发亮或被略厚的粉被和生小毛;触角芒裸或具短毳毛,或不很明显。背中鬃 2+3;中鬃细毛状;翅前鬃略发达或缺如;腹侧片鬃 1:(1~2)。翅无前缘刺;r_{4+5}脉和 m_{1+2}脉并行或稍微靠近,cu_1+an_1 脉短,而 an_2 脉长,明显地弯曲到 cu_1+an_1 脉末端之外。足细长。腹部最宽处在第 1、2 合背板的后缘处。

幼虫滋生于人或动物的粪便、腐败动植物质中,也滋生于尸体中及发酵或渍制的食物中,有的生活于蜂巢、鸟巢,也有的寄生于昆虫或软体动物体内,不少可引起人皮下或肠道的蝇蛆症。成虫通常在树林中活动,部分种的成蝇常飞入住室,是疾病的媒介。厕蝇发生于人尸上,通常在酪蛋白发酵之后。婴儿尿湿的尿布和毯子中也可发现厕蝇属幼虫(Teschner 1961)。

4.16.1.1 夏厕蝇 *Fannia canicularis* (Linnaeus)

曾称为"黄腹厕蝇"。成虫体长 5.0~7.0 mm,色灰。胸背有 3 条暗黑纵纹,有时不明显。平衡棒黄色,足黑色。雄蝇腹部第 1、2 合背板以及第 3、第 4 背板各具倒"T"字形暗色斑,即有正中纵条和横缘带,其两侧部分呈黄色,第 5 背板暗色(图 4-30)。雌蝇腹部斑纹和雄蝇相似,但有时较灰暗,且黄色部分较少。

卵长约 1 mm,略弯曲,具纵向、扁平的侧面突起,可浮起于半液态的基质中(图 4-31 C)。幼虫扁平,侧面具分支突起,也有助于浮起(图 4-31 A,B,F)。

全北区、非洲区、新热带区、澳洲区均有分布。国内已知分布于黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、河北、北京、天津、山西、河南、甘肃、新疆、青海、山东、江苏、西藏等地。

在农村较多,特别是靠近家禽等饲养场,在那里它们滋生于大量堆积的粪肥中。成蝇为小便所强烈吸引,常见于厕所、马厩、猪栏等。在狐狸尸体上,夏厕蝇和毛踝厕蝇 *Fannia manicata* (Meigen)幼虫在狐狸死后约 7 d 发现,一直存在约 4 周(Smith 1975)。在美国,Wasti(1972)于鸡死后 4~10 d 发现有夏厕蝇幼虫。

在 26.67℃(80℉)下,卵在 1~1.5 d 内孵化,幼虫取食 8~10 d 而化蛹,蛹期约 9~10 d。雌蝇羽化后约 4~5 d 内交配、产卵,也即在此实验温度下,自卵至下一代卵需时 22~27 d。

4.16.1.2 毛踝厕蝇 *Fannia manicata* (Meigen)

成虫体长 6.0~7.5 mm,前胫内侧端部有 1 束长毛,前基下后缘有 1 粗壮的刺状鬃,中胫

腹面无瘤状突起，后胫具完整的后腹鬃列，后股端半部具后腹鬃。

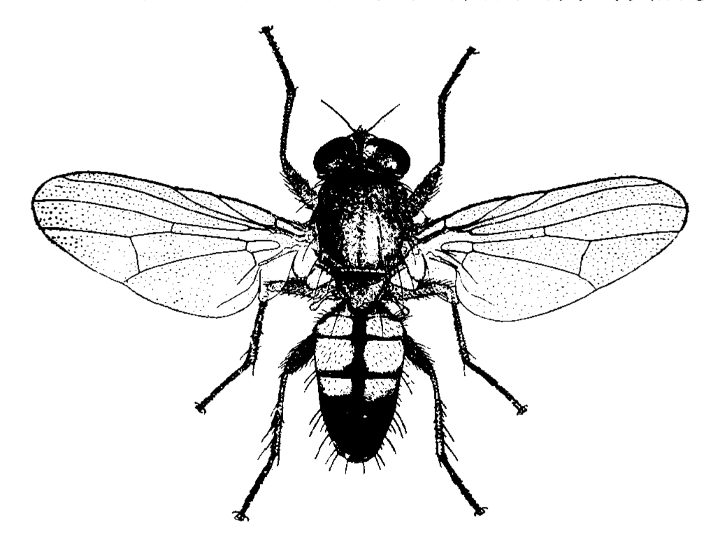


图 4－30　夏厕蝇 *Fannia canicularis*（Linnaeus）雄成虫　（仿范滋德等　1992）

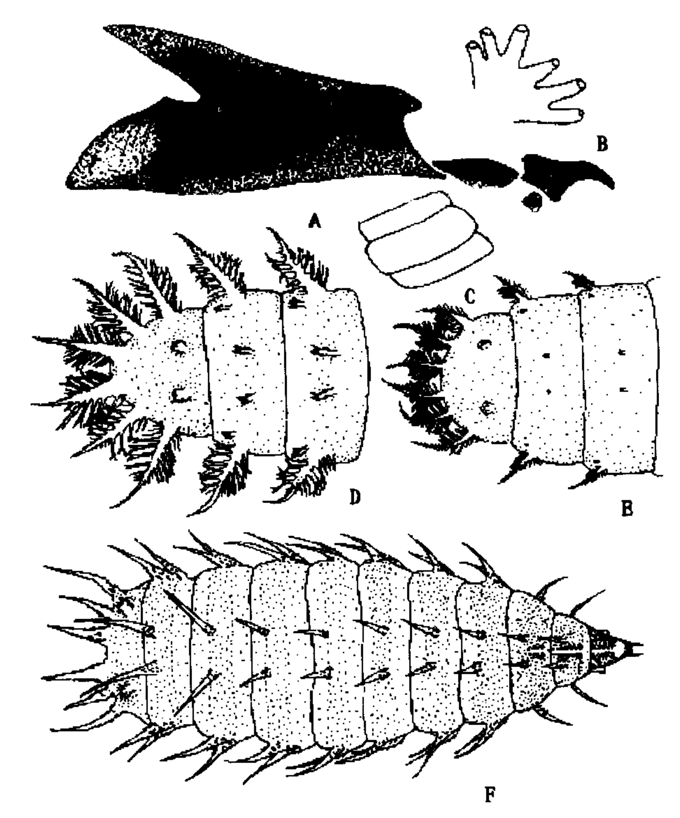


图 4－31　厕蝇属幼期　（仿 Smith　1986）

A. 夏厕蝇 3 龄幼虫口咽器侧面观　　B. 夏厕蝇 3 龄幼虫前气门
C. 夏厕蝇卵(表面刻纹未绘出)　　D. 瘤胫厕蝇 3 龄幼虫后端背面观
E. 毛踝厕蝇 3 龄幼虫后端背面观　　F. 夏厕蝇 3 龄幼虫背面观

国外分布于日本、埃及，欧洲，北美。国内已知分布于黑龙江、内蒙古、河北、山西、台湾

及西藏。

幼虫(图 4 - 31 E)生活于粪便和腐败的动、植物中。Nuorteva(1974)曾从沾血衬衫上获得夏厕蝇和毛踝厕蝇幼虫,后者亦发生于盆内脏的湿衣服上。

4.16.1.3 瘤胫厕蝇 *Fannia scalaris* (Fabricius)

曾称为"灰腹厕蝇"。成虫体长 5.0 ~ 7.0 mm,间额狭于 1 侧额的宽度,中股腹面中部具钝头的刺状鬃簇,中胫腹面有 1 瘤状隆起。雄蝇腹部灰色,各背板有略呈倒"T"字形的暗斑(图 4 - 32);雌蝇腹部暗灰色,无明显的斑纹。

幼虫参阅图 4 - 31D。幼虫背面和两侧也有刺状突起,但背面的突起甚微弱,而两侧的突起呈羽毛状。

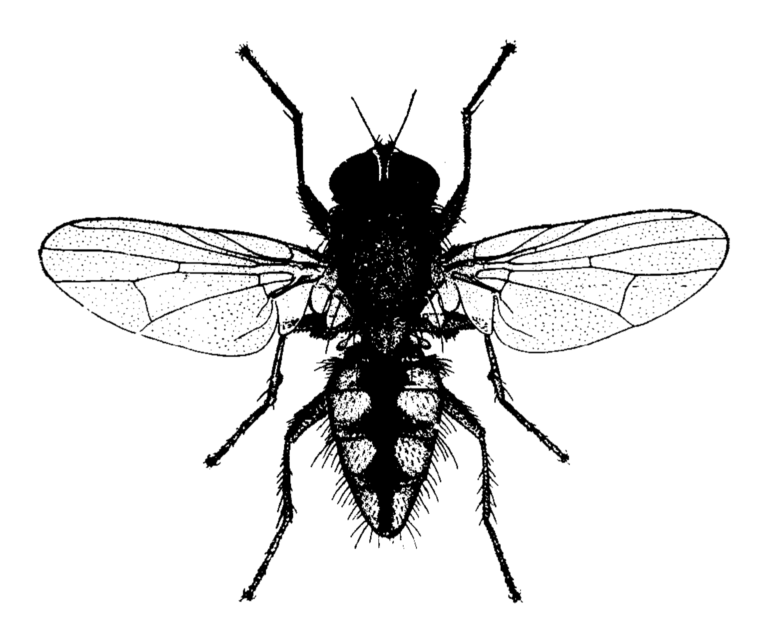


图 4 - 32 瘤胫厕蝇 *Fannia scalaris* (Fabricius)雄成虫 (仿范滋德等 1992)

分布于全北区、非洲区、新热带区。国内已知分布于黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、河北、山西、河南、陕西、甘肃、青海、新疆、山东、江苏、浙江、福建、四川及贵州。

与夏厕蝇相反,它本质上是室外种类,之所以发生于室内,常与厕所、污水坑是老式的有关。最适宜于半液态粪团中生活,特别是猪粪中,但也在其他动物及人类粪便中。成蝇以夏秋季出现最多。

本属其他一些种类也有可能在法医学调查中遇到。

4.16.2 腐蝇属 *Muscina*

中或大型蝇类。复眼裸,雄蝇两眼相近,雌额约为 1 眼宽,除间额两侧的毛之外,尚具 1 对间额鬃。触角长,触角芒长羽状。颊不很狭,雌颊宽约为侧颜宽的 2 倍。胸黑色,具或浓或淡灰色粉被,盾片上呈现略明显的 2 对黑色纵条,在小盾片的末端略带棕色。中鬃发达,

为明显的 2 行，背中鬃 2 + 4，腹侧片鬃 1:2。翅上有前缘刺，但很短，m_{1+2}脉末段或多或少向前方呈弧形弯曲，r_{4+5}脉上、下面都无刚毛。后足胫节后背面除一般短鬃列外，尚有数个中等长度的后背鬃。腹与胸同色，稍扁平，具粉被斑。

可发生于动物或人类尸体上，当尸体覆有薄土时，产卵不受阻碍（Nuorteva 1977）。它们将卵产于土表，小幼虫穿过土壤到达尸体。幼虫进入 3 龄可捕食同一滋生物上的其他双翅目幼虫。Keilin（1919）记录说，老熟幼虫先结茧，蛹再化在其中。一般优先选择人粪，尸体上不甚常见。在文献中，它们常与新鲜尸体相联系。

4.16.2.1 厩腐蝇 *Muscina stabulans* (Fallén)

成虫体长 6.0 ~ 9.0 mm。暗灰色；胸部背面有 2 对黑色纵条，中央的 1 对较明显，两侧的 2 条不甚明显；小盾片末端带红棕色。翅第 4 纵脉的末段仅稍向前方呈弧形弯曲，不似家蝇那样急剧地呈角形弯曲（图 4 - 33）。雄额较宽，约等于触角第 3 节宽的 2 倍；间额约为 1 侧额宽的 2 倍；下颚须橙色；翅肩鳞和前缘脉基鳞黄色；下腋瓣不具小叶（后缘不与小盾片的侧缘相接）；股节至少端部 1/4 ~ 1/3 呈黄棕色。

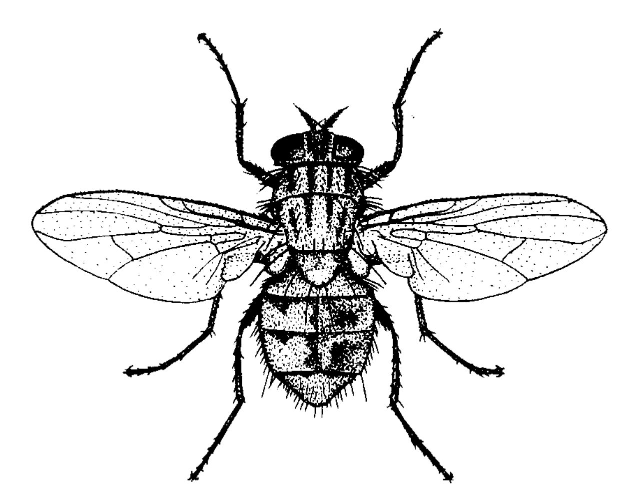


图 4 - 33 厩腐蝇 *Muscina stabulans* (Fallén)雌成虫 （仿范滋德等 1992）

卵长 0.57 ± 0.02 mm，宽 0.17 ± 0.005 mm，近乎香蕉形，白色，具较多纵向褶皱。卵孔很小，被花瓣状突起包围。卵中区较宽，2 条孵出线很大，如翼状突出于卵表面，翼瓣呈网状。孵出线不包围卵孔。气盾筛状，筛孔较密，圆形。垂柱排列呈菱形或多边形，垂柱端部不规则，并接较多（图 4 - 34 E）。

3 龄幼虫第 2 ~ 6 体节具完整前缘棘环，第 6 节前缘棘环只 1 或 2 列背刺。所有体节均具不完整后缘棘环，第 7 ~ 12 节背刺缺如。前气门具 4 ~ 6 个指状突，多数 5 个。后气门在内气门裂与中气门裂之间有 1 小的三角区（图 4 - 34 A ~ D，F，G）。

围蛹长 7 mm，宽 3 mm，暗褐色。呼吸角粗短；泡状膜有 70 ~ 90 个小泡；后突起短小，肛区疣突明显，肛板狭长。

厩腐蝇广泛分布于古北区、新北区、新热带区和澳洲区，在非洲区尚局限于南非和肯尼

亚,在东洋区也仅在局部地带见到。国内已知分布于黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、河北、北京、天津、山西、河南、陕西、甘肃、青海、新疆、山东、江苏、上海、浙江、湖北、四川、云南、西藏。

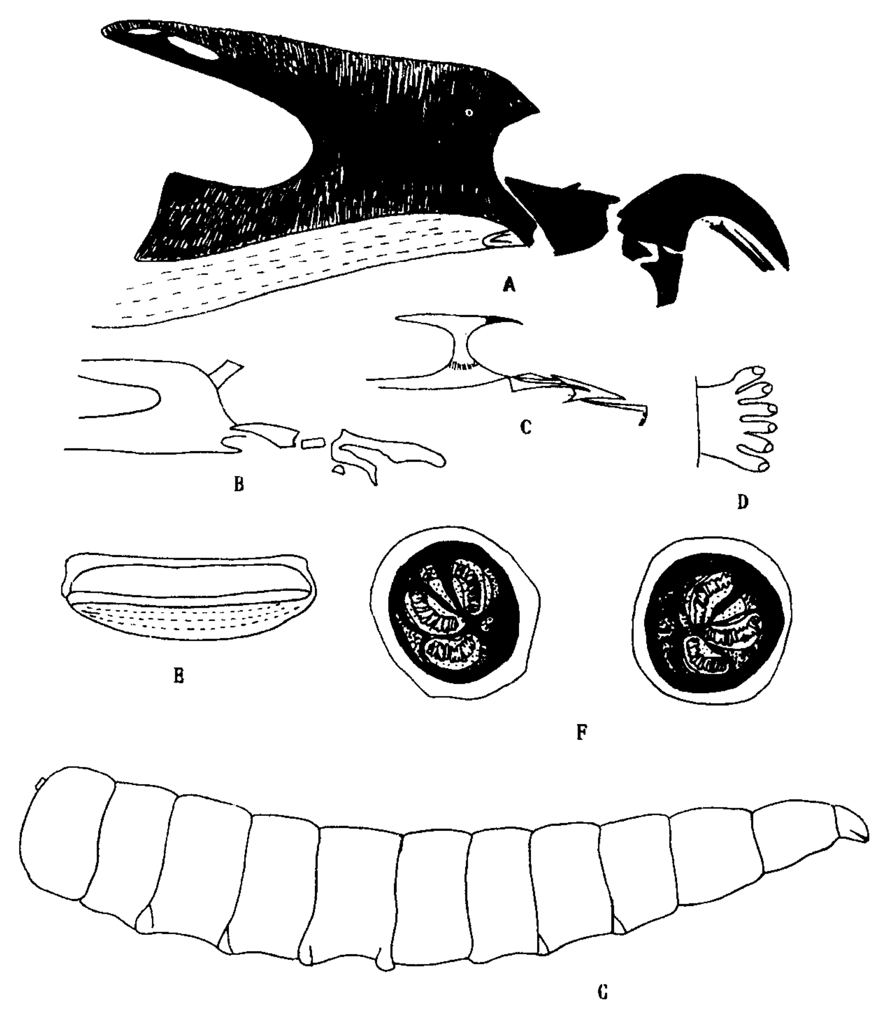


图 4-34　厩腐蝇 *Muscina stabulans* (Fallén)卵和幼虫　(仿 Smith　1986)
A.3 龄幼虫口咽器　B.2 龄幼虫口咽器　C.1 龄幼虫口咽器　D.3 龄幼虫前气门
E.卵　F.3 龄幼虫后气门　G.3 龄幼虫侧面观

成蝇常见于农村居宅附近,特别是在马厩、养禽场的空地上,厕所外墙或有腐败有机物质的地方,也常进入室内。幼虫在腐烂真菌、腐果、破蛋、排泄物和尸体等各种基质中滋生,第 1 龄时腐食性,后来成为捕食性。在鸟巢中幼虫可攻击雏鸟,引起它们的死亡。幼虫亦见于其他昆虫的尸体上。Mégnin(1894)在公墓的发掘中,指出存在有厩腐蝇。当尸体放入棺材后,该种很活跃。Nuorteva(1974)曾从沾血衬衫上养出此种。

4.16.2.2　肖腐蝇 *Muscina assimilis* (Fallén)

成虫体长 5.0～8.0 mm,下颚须、股节及胫节均黑色,m_{1+2} 脉轻微弯曲,下腋瓣不具小叶。雄间额约等于或略宽于 1 侧额的宽度。

国外分布于日本、原苏联、叙利亚,欧洲及北美。国内已知分布于黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、河北、北京、山西及新疆。

早春,常见成蝇在树干或空地上晒太阳。其习性和幼虫生境与厩腐蝇等相似。Nuorteva曾从鱼尸上养出该种,Teskey 和 Turnbull(1979)从加拿大 2 000 ~ 2 500 年前的史前坟墓中记录了该种。

此外,国外文献亦提到了 *Muscina pabulorum* Fallén。其习性和幼虫生境与厩腐蝇等亦相似,但成蝇很少进入屋内。常在尸体上发现。1 龄与 2 龄纯粹是腐食性,据 Thomson(1937),即使正常食物不存在,也不攻击活的猎物。然而 3 龄时成了兼性肉食者,将攻击和吞食尸体上聚集的其他幼虫。成蝇很快到达尸体,有时雌蝇只产几粒卵,另一些时候则产 60 ~ 150 粒。卵期 36 ~ 38 h,长的可达 66 h。幼虫孵化后 7 d 形成围蛹(图 4 - 35),围蛹形成至成蝇羽化约需 3 周。

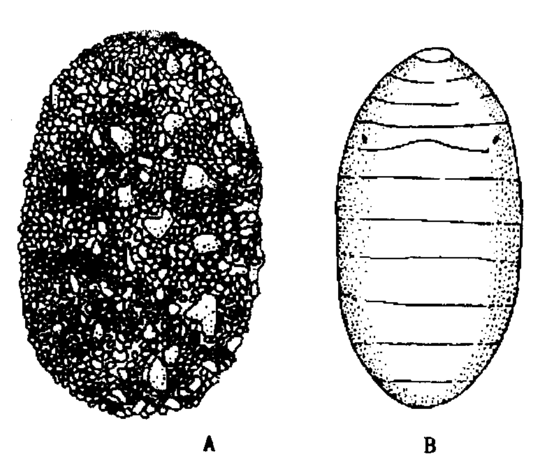


图 4 - 35 *Muscina pabulorum* Fallén 茧和围蛹 (仿 Smith 1986)
A.茧 B.围蛹

4.16.3 齿股蝇属 *Hydrotaea*

中型或小型蝇类,体躯略瘦小,亮黑、灰黑或棕黑色。雄眼一般相接近,雌眼离生;新月片银白或银灰色;触角芒常近乎裸或仅有极短的毳毛。多数种类雄前足具特征性的腹面有齿的股节和腹面具缺刻的胫节;在中足和后足上亦常有特征性的结构。翅无前缘刺,sc 脉不呈弓把状,m_{1+2}脉直,$2R_5$ 室在开口处常稍稍变狭;平衡棒棕黑色或黄色;下腋瓣略长于上腋瓣。腹常具灰色粉被,略具斑纹,少数种类粉被缺如;个别种类腹部部分呈黄色。

成蝇喜食人畜创伤流出的脓血,眼、鼻、口唇、皮肤的分泌物,常停在人畜粪便上,起传播疾病的作用,并骚扰人畜安宁。幼虫滋生于人、畜粪便,腐败动植物质及垃圾中,也发生于兽巢和鸟巢中。

4.16.3.1 常齿股蝇 *Hydrotaea dentipes* (Fabricius)

雄蝇体长 7.0 ~ 8.0 mm,额等于或略大于两后单眼外缘间距,中股基部腹面有密长毛,中股后腹面基半部无强鬃列,后股近基部腹面无强大的刺,后胫前腹鬃 3 ~ 4 根。雌蝇下侧

片无毛;翅前鬃发达;各足股节无长毛,中胫有1根强大的前背鬃,后胫有2~3根前腹鬃。

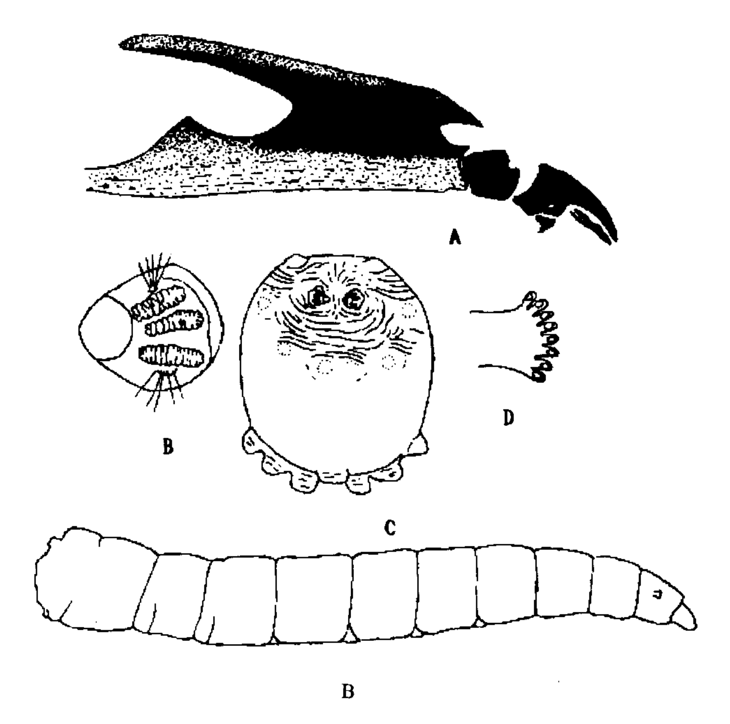


图4-36 常齿股蝇 *Hydrotaea dentipes* (Fabricius)3龄幼虫 (仿Smith 1986)
A.口咽器侧面观 B.后气门 C.末节后面观 D.前气门 E.幼虫整体侧面观

幼虫和围蛹(空壳)形态可参阅图4-36和图4-37。

国外分布于朝鲜、日本、原苏联、尼泊尔、印度北部,欧洲,北非,北美。国内已知分布于黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、河北、北京、山西、宁夏、甘肃、青海、新疆、山东、江苏、上海、西藏。

幼虫喜滋生于堆积、渐干的人粪中(Greenberg 1971~1973),也见于腐败植物和死动物上(Ishijima 1967)。3龄期间成了捕食者。

Nuorteva(1977)记载说,在芬兰曾见产卵于部分盖有融雪的人尸上,而(1974)则报道说见于带血的衬衫上。

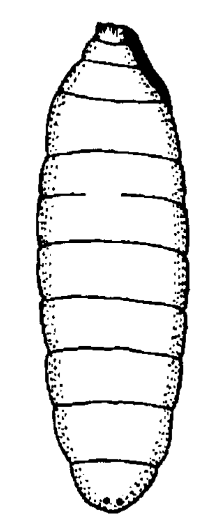


图4-37 常齿股蝇 *Hydrotaea dentipes* (Fabricius) 围蛹(空壳) (仿Smith 1986)

4.16.3.2 隐齿股蝇 *Hydrotaea occulta* (Meigen)

雄蝇体长4.5~6.0 mm,眼明显具毛,前股端部腹面的前、后腹齿之间有1丘状的腹齿,后股腹面的钩刺与股基间距略等于刺长,后胫在端部1/3处腹面有1簇毛。

国外分布于原苏联及欧洲、北非、北美。国内已知分布于辽宁、河北、北京、山西、河南、陕西、青海、新疆及台湾。

曾自死蜗牛和绵羊上育出(Beaver 1969),也曾自水中的猪尸体上育出(Payne et al.

1972)。Smith(1986)曾见成蝇为死了几天的狐狸尸体所吸引。

4.16.4 黑蝇属 *Ophyra*

体几乎无粉被,呈亮黑色、亮黑青色或亮铜黑色等。体躯略小。雄眼相接;雌眼远离,额三角发达,相当长,具交叉的间额鬃1对。颊极狭。触角一般短,触角芒裸或具毳毛。胸部小毛密而短;中鬃纤毛状;背中鬃2+4,有时前方的后背中鬃不发达;翅前鬃细小或缺如;腹侧片鬃通常为1:1。翅无前缘刺,sc脉不呈弓把状,m_{1+2}脉与r_{4+5}脉在末段常平行,仅有时在末端稍微靠拢。雄前足股节腹面无齿。腹部卵形,有时具极不明显的粉被。

在人尸上,本属昆虫常在氨发酵阶段出现,死后约4~8个月。Mégnin(1894)在死后约1年的尸体上发现大量本属昆虫。

4.16.4.1 银眉黑蝇 *Ophyra leucostoma* (Wiedemann)

成虫体长5.0~7.0 mm,蓝黑色,具光泽,新月片具银白色粉被。侧面观眼后缘直而不

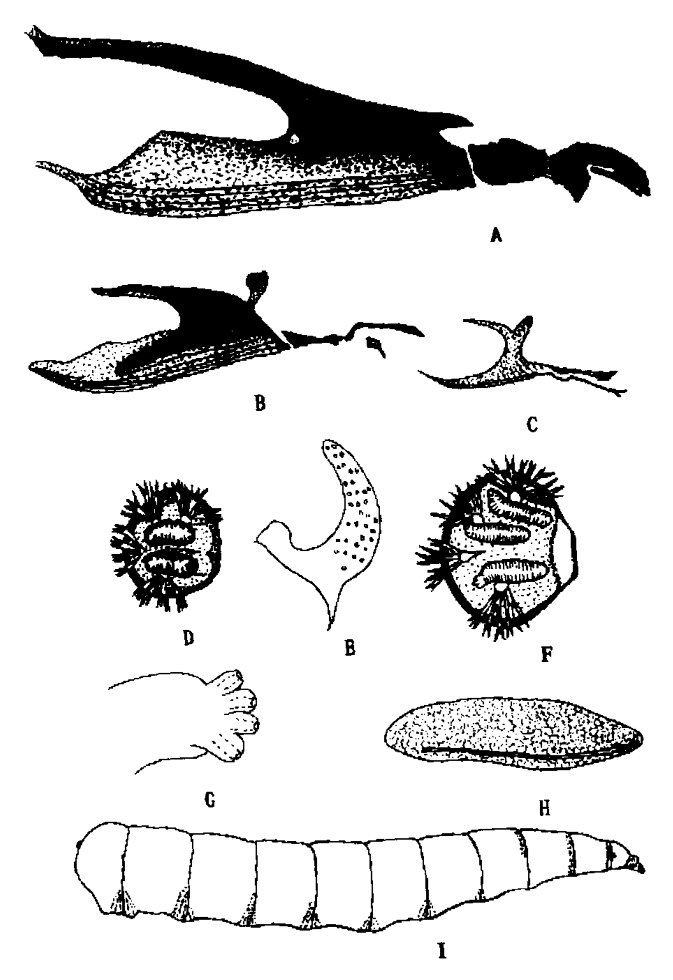


图4-38 银眉黑蝇 *Ophyra leucostoma* (Wiedemann)幼期 (仿Smith 1986)
A.3龄幼虫口咽器 B.2龄幼虫口咽器 C.1龄幼虫口咽器 D.2龄幼虫后气门 E.围蛹呼吸角 F.3龄幼虫后气门 G.3龄幼虫前气门 H.卵 I.3龄幼虫侧面观

凹入。前中鬃 1 对,下腋瓣呈棕色或暗棕色。雄前足跗节各分跗节末端无黄白色部分;后胫明显地弯曲,在腹面基部 3/4 长度内有长毛,前背面无 1 行明显的鬃状毛。雌后胫具 2~3 根前腹鬃。

卵长约 1 mm,宽 0.3 mm,微弯,在腹面有 1 对纵脊,整个卵壳遍布六角形刻纹(图 4-38 H)。

幼虫形态见图 4-38 A~D,F,G,I。成长幼虫长约 12.5 mm,宽 2 mm,白色,皮肤厚而硬。

围蛹有明显的呼吸角(图 4-38 E)。

国外分布于朝鲜、日本、原苏联、叙利亚,欧洲,北非及北美。国内已知分布于黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、河北、山西、陕西、新疆、山东、江苏、上海、浙江、福建、江西、四川、云南。

幼虫滋生于排泄物、垃圾和尸体上。2~3 龄成为捕食性,常攻击生活在同一基质中的其他幼虫,包括家蝇 *Musca domestica* 和其他蝇科幼虫。围蛹在土中,可深约 91 cm,当表土下土温达 10℃时羽化。成虫 6~10 月很多,8 月最多(Graham-Smith 1916)。1974 年在辽宁建昌调查,本种系山林内优势种,成蝇出现于 5~10 月,8 月下旬为最高峰(马忠余 1983,范滋德等 1992)。

4.16.4.2 开普黑蝇 *Ophyra capensis* (Wiedemann)

成虫体长约 5.0 mm,雌雄侧额、侧颜上部和雌性额三角无粉被,呈亮黑色,新月片具银白色粉被。侧面观眼后缘稍凹入。下腋瓣白色。雄后胫前、后腹面都有长毛列。

围蛹见图 4-39。

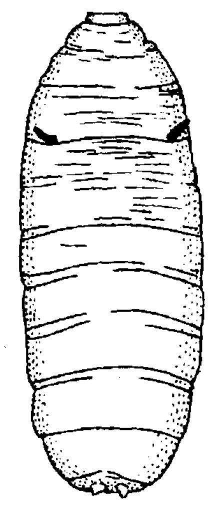


图 4-39 开普黑蝇 *Ophyra capensis* (Wiedemann)围蛹(仿 Smith 1986)

国外分布于欧洲、非洲,亦已进入印度、美国及智利。国内已知分布于辽宁、山东、陕西、新疆。

曾从 Hebrides 群岛一鰛鲸的腐败头部养出极其众多的数量,也曾见成虫在骨制品工厂附近大量群集(Assis Fonseca 1968)。Smith(1986)曾在室内保存了若干个月、丽蝇无法接近的人尸上见到了它。大概开普黑蝇到达尸体要比银眉黑蝇为迟。

4.16.4.3 斑蹠黑蝇 *Ophyra chalcogaster* (Wiedemann)

成虫体长 5.0~6.5 mm,新月片具银白色粉被,前中鬃 2~3 对,下腋瓣黄白色或黄色。雄性额较狭,其宽度小于第 3 触角节宽度的 1/3;前足跗节各分跗节末端、腹面都有黄白色部分。雌性后股亚基部有 2~3 根短钝腹鬃,后胫前腹鬃 1~2 根(图 4-40)。

国外分布于朝鲜、日本、蒙古、印度尼西亚、印度、斯里兰卡、菲律宾、夏威夷、关岛、塞班

岛、澳洲及非洲。国内分布于吉林、辽宁、河北、北京、山西、山东、河南、安徽、江苏、上海、浙江、福建、台湾、江西、湖北、湖南、广东、广西、海南、四川、贵州及云南。

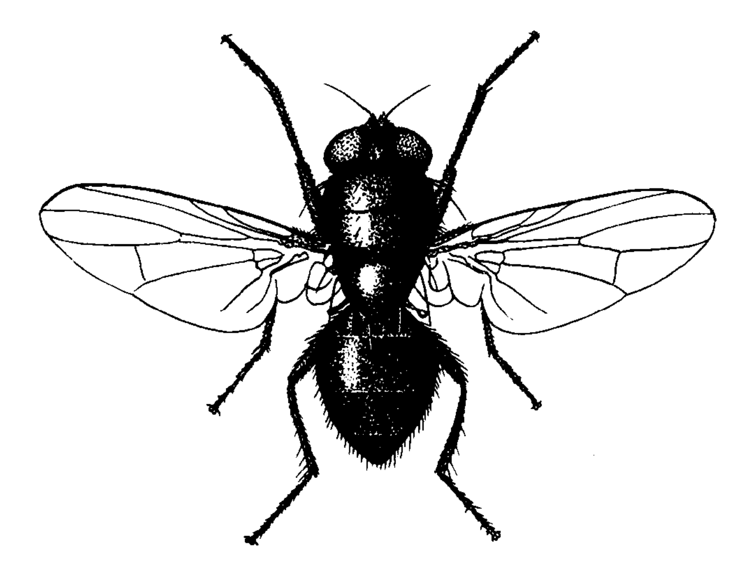


图 4-40 斑蹠黑蝇 *Ophyra chalcogaster* (Wiedemann)雌成虫 (仿范滋德等 1992)

Ishijima(1967)描述了斑蹠黑蝇、银眉黑蝇以及 *Ophyra nigra* Wiedemann 的幼虫形态。在日本,此 3 种都见于动物尸体。雌蝇易被鱼、肉饵所诱获。

4.16.5 家蝇属 *Musca*

中型蝇类,较少是小型的。眼裸,具纤毛或微毛,触角芒长羽状,口器有 4~10 对喙齿。胸背具淡色粉被夹着 4 条黑色纵条,后者有时合并为 2 条宽纵条。或者粉被不显著,胸背几乎全黑。中鬃 0+1,背中鬃(0~2)+(1,2 或 4 以上),后背中鬃常有 4 个以上的鬃位,后方几个较发达,一般具有肩后鬃,腹侧片鬃 1:2(极少数种类全缺),翅侧片鬃具有,下侧片多数无毛,少数种类具小刚毛或纤毛,但与成行的下侧片鬃列不同。前胸基腹片有毛,后胸侧板下部在后足基节的上方常有纤毛。翅后坡无毛;r 脉上面后缘常有 1 至数根刚毛,此外,除 r_{4+5}脉上、下面具小刚毛外,其他各纵脉都无毛;m_{1+2}脉呈角形弯曲。腹部常带黄、橙等色,尤其在基部两侧,并具黑色或棕黑的条或带和或深或浅的粉被斑,雌性通常有较多的粉被,并常偏于灰色。

本属与人、畜的关系极为密切,与尸体亦有联系,家蝇、秋家蝇等均可出现于尸体上。

4.16.5.1 家蝇 *Musca domestica* Linnaeus

成虫体长 5~8 mm,灰黑色,胸背板有明显的 4 条黑色纵条。雄蝇额宽为 1 眼宽的 1/4~2/5,而侧额在中部仅为间额的 1/8~1/6。雌额在上方的侧额极狭。喙齿不特别强大,齿末端不尖,呈细锯齿状。所有各鬃位的后背中鬃都发达。前胸侧板中央凹陷具纤毛。下侧片在后气门前下方有毛,第 1 腹板具纤毛。腋瓣上肋前、后刚毛簇缺如(图 4-41)。

卵长约 1 mm,乳白色,近香蕉形,2 条孵出线明显。

幼虫自 1 龄至 3 龄逐渐由透明、乳白色变为乳黄色。成长幼虫体长 8~12 mm,圆柱状,

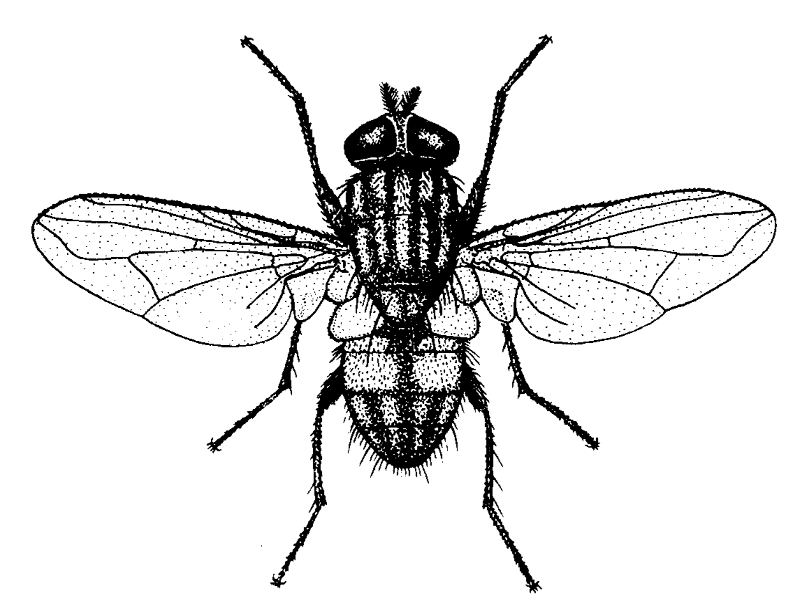


图 4－41　家蝇 *Musca domestica* Linnaeus 雄成虫　（仿范滋德等　1992）

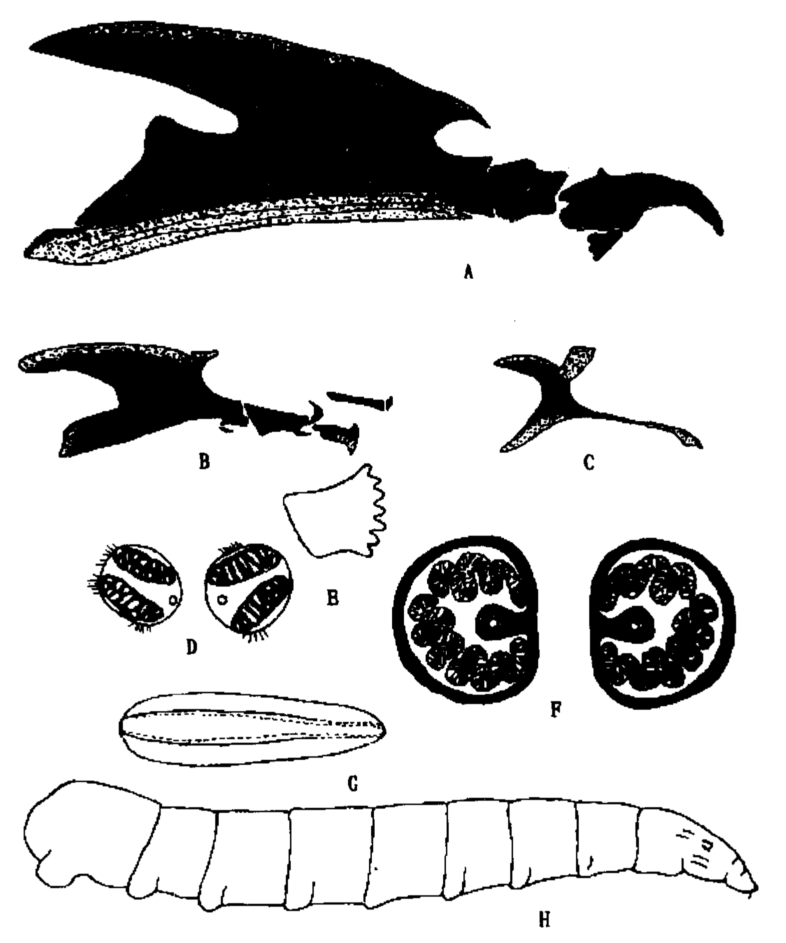


图 4－42　家蝇 *Musca domestica* Linnaeus 卵和幼虫　（仿 Smith　1986）

A.3 龄幼虫口咽器侧面观　B.2 龄幼虫口咽器侧面观　C.1 龄幼虫口咽器侧面观　D.2 龄幼虫后气门　E.3 龄幼虫前气门　F.3 龄幼虫后气门　G.卵　H.3 龄幼虫侧面观

自中部向前逐渐尖细。口钩下方无附口骨,咽骨腹角短于背角,腹角上缘呈角形突起。前气门指状突6~8个。第8腹节无小棘和纤毛,后气门周围无小形锥突。后气门呈"D"字形,通常不全呈黑色,内侧有透明部,气门环完整,气门钮位于气门环的凹入部分,气门裂作蛇行弯曲。肛板狭小,呈凸形,肛孔后方有小棘群,肛疣明显大于亚肛疣,亚肛疣乳头状(图4-42)。

围蛹长5.79±0.22 mm,宽2.53±0.19 mm,蛹壳颜色随化蛹时间的长短而由浅变深,最后成为栗褐色。呼吸角短小,略高出表皮,锥形。肛区突起不明显(图4-43)。

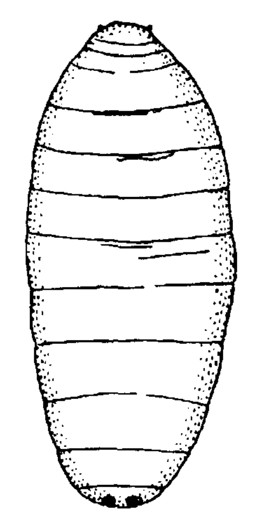


图4-43 家蝇 *Musca domestica* Linnaeus 围蛹（仿 Smith 1986）

全球分布,仅北美极北地区和智利最南部尚无报道。国内除青藏高原海拔较高地区未发现外,其余均有分布。

年发生世代数明显因地、因气温而异。一般7~8代,南方可达10多代,甚至20代。通常在滋生场所以蛹越冬,但在我国不同地区,至少有3种不同的越冬方式:华南亚热带地区和一些冬季温暖、平均气温在5℃以上暖温带地区(如成都),冬季仍继续滋生繁殖,不休眠;江南地区和部分华北地区,冬季平均气温在0℃以下,一般均以蛹越冬,少数地区也能见到蛰伏的雌家蝇和被厚厚滋生物覆盖着的不活动的幼虫;在寒温带地区,冬季在自然界没有活动的家蝇,而在人工采暖的室内仍有成蝇飞舞,并可取食和交配,甚至在滋生物上可发现幼虫。

家蝇种群数量随季节而变化。在我国广大温带地区,家蝇冬季停止繁殖,死亡率增加,种群密度很低。春季随气温上升,家蝇开始繁殖,密度增加。夏初逐渐形成第1个高峰。盛夏高温,密度下降。秋初繁殖猛增,达到年最高峰。而随着冬季降临,又逐渐下降,进入最低谷。在亚热带地区,家蝇全年都能繁殖。海拔高度和人类活动也是影响种群密度的重要因素。

表4-3 温度对家蝇 *Musca domestica* Linnaeus 发育的影响 （Keiding 1976）

阶 段	在适宜营养条件下(猪粪、马粪中)的最短天数(d)					低于下列温度停止发育	高于下列温度致死
	35℃	30℃	25℃	20℃	16℃		
卵	0.33	0.42	0.66	1.10	1.70	13℃	42℃
幼虫	3~4	4~5	5~6	7~9	17~19	12℃	45~47℃
蛹	3~4	4~5	6~7	10~11	17~19	12℃	45℃
卵产下至羽化	6~8	8~10	11~13	18~21	36~42		
羽化至开始产卵	1~2	2~3	3	6	9		
卵至下代卵	8~10	10~13	14~16	24~27	45~51		

供给适宜的营养，16，20，25，30和35℃下，完成1代所需最短天数，分别为45～51 d，24～27 d，14～16 d，10～13 d和8～10 d(表4－3)。在广东电白自然条件下，从卵发育到成蝇，春季需时14～18 d，夏季7～9 d，秋季9～15 d，冬季23～29 d(叶宗茂 1990)。在杭州，以当地材料试验结果，卵发育起点温度为12.15±0.40℃，有效积温181.74±16.62时度；幼虫发育起点温度为8.63±0.52℃，有效积温117.43±6.85日度；蛹发育起点温度为12.73±0.15℃，有效积温75.14±3.12日度；全幼期发育起点温度为11.41±0.28℃，有效积温187.36±9.81日度。

成虫寿命30～60 d，在越冬状态下可生活达半年之久。大多数一生仅交配1次。一生产卵8.6±5.6次，每次78.0±21.5粒，一生653±351粒。

王江峰(1999)按形态将家蝇幼虫期划分为：1龄期、2龄叠气门期、2龄后期、3龄叠气门期、无钮气门期、浅钮气门期和深钮气门期；将蛹期划分为：原蛹期、隐头蛹期、显头蛹期、半红眼期、红眼期和灰胸期。各期形态如下：

1龄期　虫体呈短细线状，透明。后气门1裂，气门裂较宽，棕色，无气门环。

2龄叠气门期　第8腹节后表面同时具1裂气门和2裂气门，1裂气门颜色深于2裂气门。

2龄后期　后气门2裂，气门裂均较宽，边缘不整齐，且略有弯曲，呈棕色，无气门环。

3龄叠气门期　第8腹节后表面同时具2裂气门和3裂气门，2裂气门形态同2龄期，3裂气门气门裂弯曲，2裂气门位于3裂气门的钮区部位。3裂气门在叠气门期早期色较淡，气门环不明显，而晚期则色较深，气门环呈黑色。

无钮气门期　虫体仍细长，半透明。后气门3裂，3个气门裂如蛇行状弯曲排列在气门环内，气门环黑色，线条很细，无气门钮。

浅钮气门期　虫体长而粗，不透明。具气门钮。早期，钮区黄色，与气门裂一致，显著较气门环为淡，后期与气门环一致，都呈黑色，但气门钮和气门环都是线条很细的环。

深钮气门期　虫体圆锥状，不透明，表皮较厚。气门环闭合，黑且粗。临近化蛹前，由于钮区面积较小而线条粗，几乎整个钮区都呈黑色。

原蛹期　保持缩短了的幼虫的形态，头端未凹陷，未见呼吸角。具较多粘液，蛹壳颇难剥离。口咽器与蛹体组织结合紧密。

隐头蛹期　头端凹陷，具1对小球，两侧为几呈肉色的呼吸角。具大量粘液，蛹壳颇难剥离。

显头蛹期　头大，头、胸、腹部已很明显，复眼外形完整，呼吸角位于复眼后面。

半红眼期　复眼后部鲜红色。

红眼期　整个复眼红色，胸、腹部未见鬃。

灰胸期　胸部背面出现稀疏的黑色鬃，腹部仍未见鬃和毛。

无疑，幼虫和蛹期的进一步划分将有助于日龄的较精确推断。

4.16.5.2 秋家蝇 *Musca autumnalis* DeGeer

成虫体长4.5～7.5 mm。雄蝇侧颜在触角第2节水平上的宽度小于触角第3节的宽度；第5背板有明显的暗色、可变色的粉被形成的纵条；颊前方着生短毛的上界呈半圆形，并明

显超过眼下缘的水平。雌蝇额鬃不列为1排,在中后部或仅在后部每侧有2排(较少是3排)不整齐的列,其中外方的1列不完全。

卵和幼虫形态参阅图4-44。卵有柄。

国外分布于欧洲大陆,叙利亚、土耳其、以色列、印度、巴基斯坦,北非,北美。国内已知分布于河北、山西、宁夏、甘肃、青海、新疆。

以成虫越冬。在丹麦年发生4代;在高加索地区,条件合适时15~18 d可以完成1代。成虫大量取食家畜分泌物,围绕着眼、口、鼻不停地刺激、干扰,血食性。晚秋密度高。幼虫生活于家畜粪便中,尸体上发现甚少。当发生于尸体时,常在第1波,即尸体处于新鲜阶段。

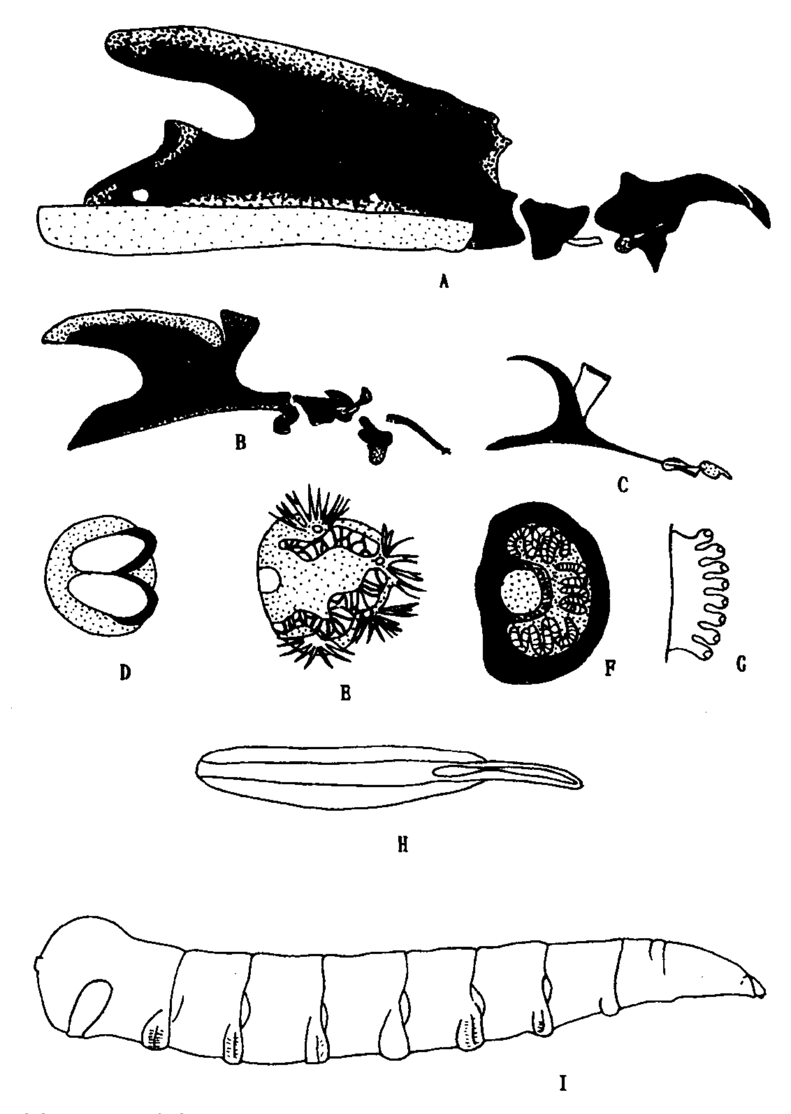


图4-44 秋家蝇 *Musca autumnalis* DeGeer 卵和幼虫 (仿 Smith 1986)

A.3龄幼虫口咽器侧面观 B.2龄幼虫口咽器侧面观 C.1龄幼虫口咽器侧面观 D.1龄幼虫后气门 E.2龄幼虫后气门 F.3龄幼虫后气门 G.3龄幼虫前气门 H.卵 I.3龄幼虫侧面观

4.16.5.3 鱼尸家蝇 *Musca pattoni* Austen

成虫体长 5.5~8.0 mm,无论雌雄其腹部第 1、2 合背板绝大部分黄色,无正中暗纵条,仅在后缘正中有 1 暗色小点,下腋瓣黄白色。雄蝇第 3 背板黄色,具 1 黑色正中纵条,其中段的宽度约为该节外观长的 1/2,在此纵条旁尚有 1 对狭的近中粉被纵条,此外,该节上再无其他暗色斑或侧粉被斑;第 4 背板除了亦有暗色正中纵条和狭的近中粉被纵斑之外,还有棕色(以至黑色)的亚侧条及稍宽的粉被侧斑;第 5 背板的斑纹似第 4 背板而较深,正中暗色条缺如或仅在近前缘有 1 段,向后渐狭,终至消失;各腹板大多呈黄色(图 4-45)。雌蝇腹部底色黄棕色;粉被亦比雄性浓些,斑纹相似,但第 3 背板背面观时呈不很宽的半圆形的侧斑,第 5 背板狭的暗色正中条纵贯全长。

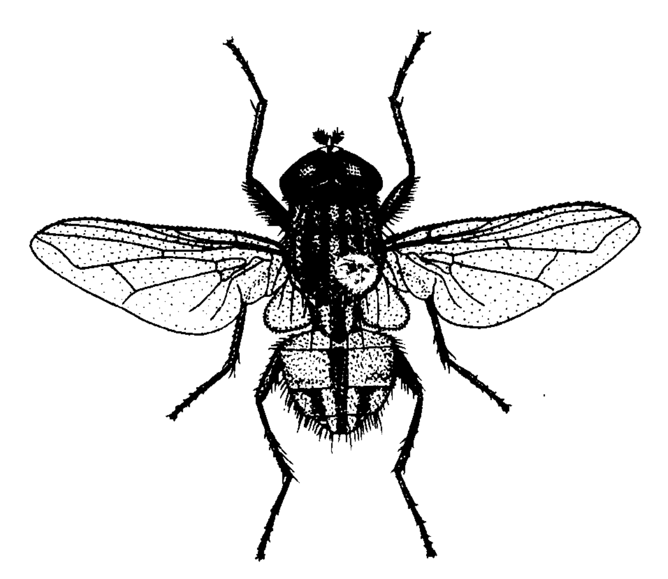


图 4-45 鱼尸家蝇 *Musca pattoni* Austen 雄成虫 (仿范滋德等 1992)

国外分布于缅甸、尼泊尔、印度、孟加拉国、斯里兰卡。国内已知分布于广东、广西、海南、四川、云南。幼虫滋生于动物内脏、腐鱼等腐败动植物中,卵亦产在畜粪上,成蝇为极重要的集市蝇类,偶然进入居室。

4.16.5.4 亚洲家蝇 *Musca asiatica* Shinonaga et Kano

成虫体长 5.0~7.0 mm,雌雄腹第 1、2 合背板全部黑色,下腋瓣淡褐色。雄蝇第 3 背板黄色,具黑色正中纵条,其中段宽大于该节外观长的 1/2,两侧边缘有狭的暗色后缘,斑小,但一直延伸到背板腹缘的中段;第 4 背板黄色,除正中黑色纵条外,两侧有暗色的侧后缘斑,同样延伸到背板腹缘的中段,后缘斑的宽度为该节长的 1/2 弱;第 5 背板与第 4 背板相同,只是底色稍暗,暗色后缘斑较小;各腹板暗色。

国外分布于菲律宾、泰国、马来西亚、加里曼丹。国内已知分布于海南。

成蝇为死鱼和肉所吸引,仅在森林深处和红树沼泽地采到(范滋德等 1992)。

4.16.5.5 黄腹家蝇 *Musca ventrosa* Wiedemann

成虫体长 4.0~7.0 mm,前气门黄白色,前足胫节无后背鬃,腹部几乎全部橙黄色,有时

第4、第5背板较暗,无明显的正中暗色纵条。

国外分布于日本、菲律宾、尼泊尔、泰国、缅甸、印度、印度尼西亚、马来西亚、斯里兰卡、埃塞俄比亚、南非、坦桑尼亚、澳大利亚。国内分布于北京、天津、河北、山西、河南、陕西、宁夏、山东、江苏、上海、浙江、福建、台湾、江西、湖北、湖南、广东、广西、海南、四川、贵州、云南。

成蝇可为臭鱼、腐肉及哺乳动物的排泄物所诱致,亦可被哺乳动物的创伤所吸引。

4.16.5.6 中亚家蝇 *Musca vitripennis* Meigen

成虫体长3.0~5.0 mm。眼具淡色毛,前背中鬃2,腹部有明显的正中暗色纵条。雄性两眼密接,间额如线;中胸背板亮黑色,无纵条;第1、2合背板两侧呈透明的黄色,腹部背面末端有淡青色的粉被,第1至第5各腹板黄色(图4-46)。雌性胸背有4条暗色纵条,但常不达小盾沟,有时合并成2条;腹基部铜黑色,端部有淡青色粉被;第5背板特别长,几为第4背板长的2倍。

国外分布于蒙古、哈萨克斯坦、乌克兰、乌兹别克斯坦、塔吉克斯坦、阿塞拜疆、亚美尼亚、印度北部、巴基斯坦及北非等。国内已知分布于山西、宁夏、甘肃及新疆。

幼虫滋生于牛粪、猪粪、骡粪等之中,以蛹越冬。在欧洲成蝇出现于5~9月间。据Zimin(1948)报道,卵期约24 h,当平均气温为25.7℃时,10 d完成1代。在新疆,本种成蝇曾在半荒漠草地、动物尸体及家畜身上、树林、灌丛、垃圾、厕所、菜地及室内捕获(范滋德等 1992)。

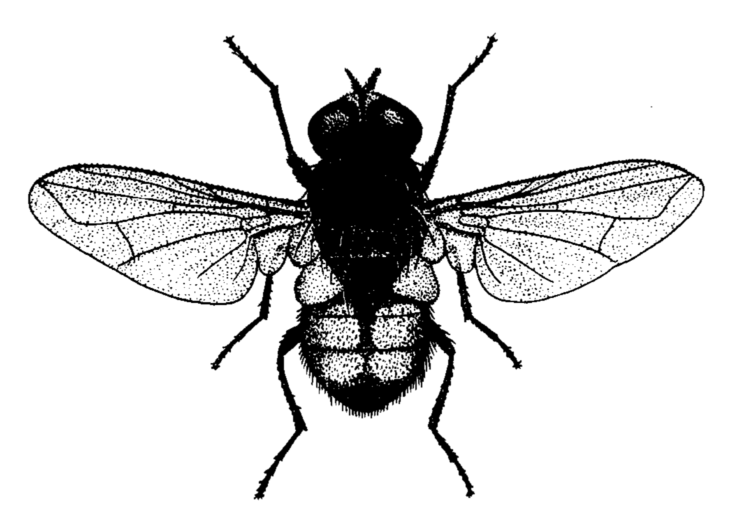


图4-46 中亚家蝇 *Musca vitripennis* Meigen雄成虫 (仿范滋德等 1992)

4.17 丽蝇科 Calliphoridae

丽蝇,英文名"blow flies"。中至大型蝇类,成虫体长5~17 mm,体色多数呈青、绿、紫、铜等金属色泽,或呈黑色具粉被斑的灰色,很少有明显的斑或条,部分种类全部或部分呈黄褐色。口器舐吸式,唇瓣均发达;复眼发达,雄蝇接眼式,雌蝇离眼式;触角芒常为羽状达于末

端，或呈或长或短的栉状，或基部大部呈羽状。外方肩后鬃大多数位于沟前鬃的外侧；后小盾片通常不发达，如略发达则同小盾腹面之间有膜相隔；下侧片具位于后气门下方的弯曲并向下垂直鬃列；腹侧片鬃通常为2:1或1:1，极少为3:1或0:1，个别为2:1:1；背侧片通常具2鬃；前胸基腹片大多具毛。翅 m_{1+2} 脉向前呈角形弯曲，少数呈缓弧形弯曲或极少闭合甚至具柄，几乎全不具赘脉；$cu_1 + an_1$ 脉通常不达翅后缘；下腋瓣通常具小叶。腹部第2腹板大多盖住背板的侧缘，且腹部气门在一般情况下位于背板上；第2～5腹板前方正中大多有1对微毛；雄第5腹板通常后缘有裂口，两侧形成1对明显的侧叶；雄第6背板总存在，与第7、8合腹节分离。

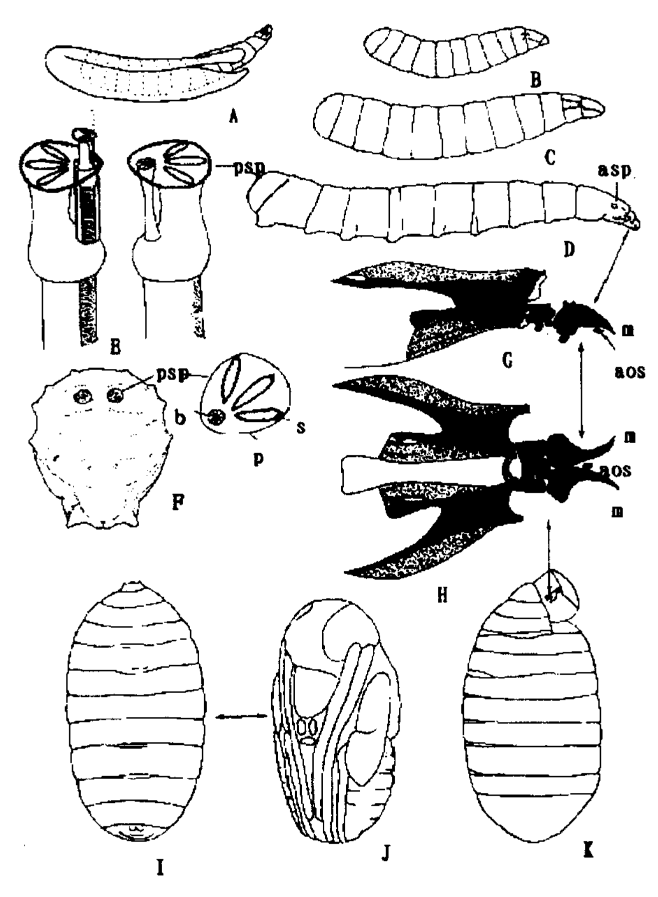


图4-47 丽蝇科幼期 （仿 Smith 1986）

A.卵，幼虫正在孵出 B.1龄幼虫 C.2龄幼虫 D.3龄幼虫(asp:前气门；psp:后气门) E.后气门自2龄蜕变成3龄 F.幼虫末端后面观，示后气门及单个气门放大(p:气门环；b:气门钮；s:气门裂) G.口咽器(口器，头咽骨)侧面观(m:上颚、口钩；aos:附口骨) H.口咽器腹面观，并有箭头指出在空围蛹中的位置 I.围蛹 J.从围蛹中取出的蛹 K.空围蛹，示3龄幼虫口咽器的位置

卵外形略似香蕉，长约1.4～1.5 mm左右，少数可逾2 mm，大多乳白或黄白色。背面略平直或微凹，有沟状的正中背区，其两侧有1对隆脊，系孵出线，孵化时卵由此前端裂开，幼虫破壳而出；由于这一面正好是幼虫腹方，因此也有将之称为卵的腹面的。卵前端有受精孔。气盾结构仅限于孵出线间的正中背区。卵形、大小，孵出线形态，卵前端及正中背区的

微细结构因种而异(图 4-47 A)。

幼虫通常前端略呈长圆锥形,中段柱形,后端往往因具后突起群而宛如“皇冠状”,1 对后气门即开口于后突起围绕的后表面中间,虫体常呈黄白、乳白、淡肉等色。共 14 节:伪头 1 节、胸 3 节、腹 10 节,但背面仅见 8 个腹节。第 10 节为肛板,肛板不发达,小或缺如;第 9 节在肛板周围,分节不明显。伪头前上方有相当于触角和下颚须的感觉突各 1 对,腹方为口孔,可见外露的口钩端部,侧口骨发达。各胸节前缘有棘环;第 1~8 腹节两侧有侧板,各腹节前、后缘有完整或不完整的棘列形成的棘带,各腹节腹面有隆起的腹垫,上有棘列。第 8 腹节后表面无深的椭圆形的凹陷窝,后气门稍高于后表面,侧面观至少见到 1 侧后气门。无后肛疣。一般共 3 龄。1 龄仅有后气门(气门裂 1),2 与 3 龄均具前、后气门。前气门具数个(很少具数十个)孔突,后气门均具气门环,2 龄仅 2 个气门裂,3 龄则有 3 个。气门裂细长一般较直或微弯,近乎平行排列,也有呈放射形排列的,极少数则气门裂扭曲(后突起退化)(图 4-47 B~H)。

围蛹呈圆筒形,前端略尖、可见 1 对幼虫前气门,后端略平、周围有皱缩但仍明显的幼虫各后突起和中间 1 对后气门。在第 3 胸节稍偏上侧有 1 对呼吸角。体表其他突起、棘或小棘以及蛹壳内的口咽器等 3 龄幼虫特征在蛹壳上仍保存,因此仍可用于分类鉴定(图 4-47 I~K)。

成虫多栖居于厕所、粪堆中,常污染人类食物,传播疾病,有的引起人畜蝇蛆症。幼虫滋生于动物尸体、腐肉或粪便中,有的捕食白蚁、蚂蚁或蝗卵,有的寄生蚯蚓或蜗牛。已知约 1 300种,各地理分布区均有分布。

本科包括了对法医昆虫学者估计死亡时间最为重要的一些属,如丽蝇属 *Calliphora*、绿蝇属 *Lucilia*。文献中有关报道较多,但可以肯定地说,除已有报道之外,本科中还会有更多种类具有法医学意义。

4.17.1 绿蝇属 *Lucilia*

绿蝇,英文名“greenbottles”。成虫体长 4.5~10.0 mm,体色为带青、铜、紫、黄等的金属绿色,色泽可随日龄而有变化。复眼无毛,雄两眼相接或分开;侧额和侧颜覆有银白色或淡金黄色粉被;触角芒长羽状;颊高约为眼高的 1/3。中鬃(2~3)+(2~3),极少数在沟后仅小盾前的 1 对;背中鬃 3+3;翅内鬃 1+(2~3);肩鬃 3~4;肩后鬃 2~3;翅上鬃 3~4。翅透明,有时有自前缘展开的暗色晕。足棕色以至黑色,有时带绿色反光。中足胫节前背鬃 1~2,少数超过 2。腹第 3 背板有些种类有中缘鬃。雄第 9 背板有时有略发达的向腹方伸展的腹叶。

世界分布,但以全北区为多。

成虫极喜尸体等动物性物质,垃圾、粪便上也常见。卵一般产在较新鲜的动物尸体或肉上,少数种类可滋生在腌腊制品上。有些种类引起蝇蛆症。

与丽蝇属 *Calliphora* 相比,成虫略小,鬃毛也较少,但习性和生物学与后者相似。个体间大小差别比丽蝇属为大,反映出对幼虫期食物供应量多少和营养适当与否较为敏感。Hanski(1976)认为本属种群间存在着遗传差异,个体小是对环境的一种适应。

与丽蝇属一样,成虫特别是雄蝇,常见于花上,在那儿它们取食花蜜。与丽蝇属不一样,

成虫很少入室,最喜在阳光下,当然种间是有差异的。亮绿蝇 *Lucilia illustris* Meigen 主要是开阔林地和草地种类,而叉叶绿蝇 *Lucilia caesar* L.发生于森林,较耐阴暗,分布较前者偏北。在阳光下,本属种类常第1个到达尸体。

4.17.1.1 丝光绿蝇 *Lucilia sericata* (Meigen)

雄蝇体长5.0~9.0 mm。额约为1眼宽的1/3,但略小于触角第3节宽的3倍;侧额约为间额宽的1/2;触角带黑色,其第3节长约为第2节的3倍,触角芒暗,长羽状毛一直达末端;下颚须橘色;喙黑。胸、腹部呈金属绿或蓝色,带有彩虹色。前盾片灰色粉被明显,中鬃2+3,背中鬃3+3,翅内鬃1+3,沟前鬃1,肩鬃3~4,肩后鬃3,肩胛上肩鬃后区小毛在6根以上;从后背面看,第2根前中鬃的长度达到第1根后中鬃处;翅上鬃3,小盾端鬃和心鬃各1对,侧鬃3对,腹侧片鬃2:1,前胸基腹片和前胸侧板中央凹陷具黑色纤毛,腋瓣上肋具黑毛,翅后坡有细纤毛,后胸基腹片亦有纤毛,前、后气门暗棕色。翅透明,翅肩鳞黑,前缘基鳞黄色,亚前缘骨片仅具绒毛,径脉结节上、下面均具毛并向r-m横脉处扩展,上下腋瓣黄白色;平衡棒黄。足黑,前足胫节有1列短的前背鬃,后鬃1;中足股节前腹及后腹面的基半部有疏而长的鬃列,而两者的端半部具短鬃,中足胫节有1根前背鬃,腹面及后背面亦各具1鬃,后鬃2;后足股节有1列长的前背鬃,前腹鬃列疏,后腹基半部亦具稀疏的鬃列,后足胫节有1列短的前背鬃,前腹鬃2,后背鬃2。腹部第1、2合背板色偏暗,第3背板有正中纵条,第1、2合背板及第3背板缘鬃弱,第3背板无中缘鬃,侧面观腹部不拱起,第2~4各腹板上毛的长度与后足股节和胫节上的毛相等。

雌蝇体长5.0~10.0 mm。额宽于1眼宽,侧额宽约为间额宽的1/2,侧后顶鬃一般2对以上,上眶鬃3,余似雄(图4-48)。

卵长1.19±0.03 mm,宽0.38±0.02 mm,近香蕉状,乳白色,卵壳上具六角形纹饰。卵孔椭圆形,孔口周围有1圈突起的卵孔领片(micropylar collar)。中区(median area)位于卵背面,有时会被打断,其远离卵孔端呈窄"U"字形,中区长度平均为卵长的84.5%,宽度为卵宽的16%。中区两边为2条突出的孵出线,孵出线在卵孔领片前平缓分开,半包围卵孔领片,其水平面要高出卵孔领片水平面。气盾位于中区,呈筛状,筛孔较密,呈椭圆形。垂柱均匀分布,垂柱端部呈多边形的平截状,部分并接。

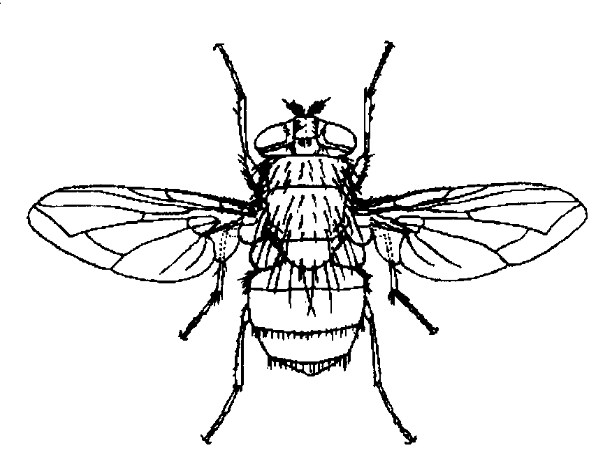


图4-48 丝光绿蝇 *Lucilia sericata* (Meigen)雌成虫
(仿范滋德等 1992)

幼虫形态参阅图4-49 A~I,K。成长后长约15 mm。口咽器无附口骨,咽骨背角长于腹角。3龄幼虫各节前缘棘环于第5腹节以前呈完整的环形,第2~7腹节的后缘棘环仅第7腹节完整,第7腹节后缘棘环背面的棘刺大小形状均相同。第8腹节背面中央光滑,全无微疣。背突间距略等于背突、亚背突间距,各突起内缘的毛状棘列均很发达。前气门有7~10个指状突,其后的管状部长与宽大致相

等。后气门间距约等于1气门的横径，气门环完整而细窄，中、外两气门裂间的内突呈角形向内延伸，钮孔大。

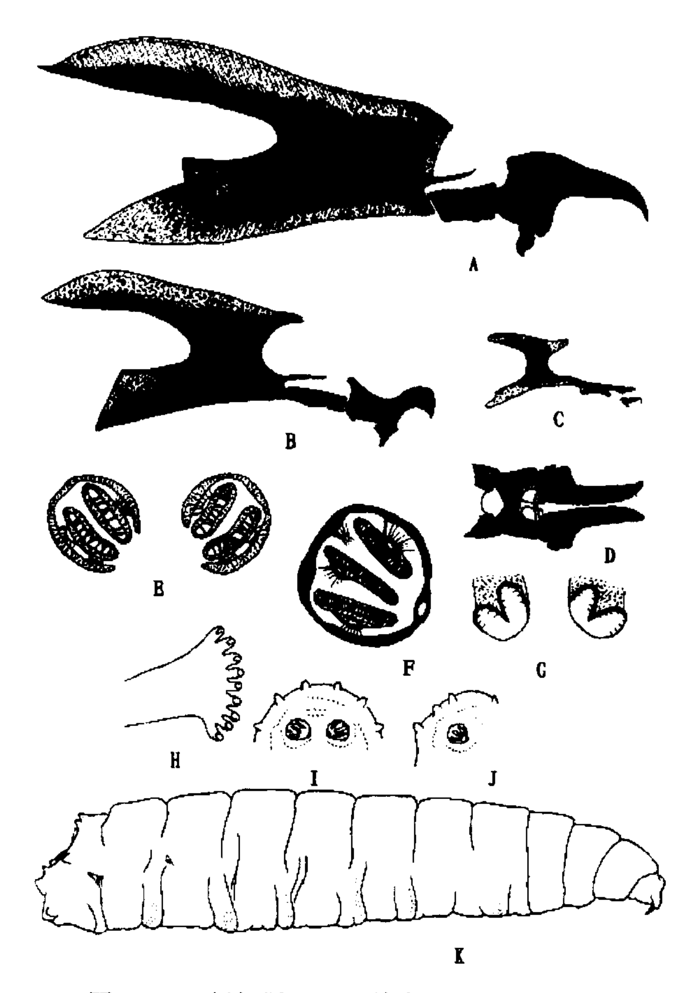


图 4-49 绿蝇属 *Lucilia* 幼虫 （仿 Smith 1986）

A.丝光绿蝇3龄幼虫口咽器侧面观 B.丝光绿蝇2龄幼虫口咽器侧面观 C.丝光绿蝇1龄幼虫口咽器侧面观 D.丝光绿蝇3龄幼虫上颚腹面观 E.丝光绿蝇2龄幼虫后气门 F.丝光绿蝇3龄幼虫后气门 G.丝光绿蝇1龄幼虫后气门 H.丝光绿蝇3龄幼虫前气门 I.丝光绿蝇3龄幼虫末端(部分)后面观 J.铜绿蝇3龄幼虫末端(部分)后面观 K.丝光绿蝇3龄幼虫侧面观

围蛹长 7.2±0.30 mm，宽 2.7±0.14 mm，红褐色。呼吸角细长，黑色。棘刺发达，后表面基本无凹陷。

国外分布遍及各主要动物地理分布区，但在南美较不常见(Senior-White et al. 1940)，非洲的马达加斯加和东洋区的太平洋岛屿上尚无发生(Smith 1986)。此种善于与其他食腐肉种类竞争，分布范围尚会进一步扩大。国内分布于黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、河北、河南、山西、陕西、甘肃、青海、新疆、山东、安徽、江苏、上海、浙江、福建、台湾、江西、湖北、湖南、广东、广西、海南、四川、贵州、云南、西藏。

成虫为尸体、创伤、脏或湿的羊毛以及粪便所吸引，幼虫可在这些基质中生长发育，它是极为重要的一种法医昆虫。

国外过去报道,成虫羽化后 5~9 d 开始产卵,每雌产 2 000~3 000 粒,在大约 3 周时间内,分 9~10 批产下。然而根据 Wall(1993)较深入细致的研究,结果差异很大。他通过头部喋啶(pteridine)含量和卵母细胞(oöcyte)长度推断野外雌蝇日龄,而从野外日龄分布估算死亡率。1991 年平均 19℃下,每日死亡率为 27%~34%;1992 年平均 16℃下,每日死亡率为 16%~17%。根椐这些死亡率他估计每雌平均产卵 43.9 粒。丝光绿蝇通常不在表面温度低于 30℃的尸体上产卵(Cragg 1956)。在英国,夏天于室外肉上,卵期 10~52 h。在羊背表皮上、羊毛之下,那儿温度大约 31℃,幼虫于 8.75~10.25 h 内孵化。在尸体上取食期 5~11 d,但在 33℃恒温下,可缩短至 3 d。在羊的伤口于 39℃下,1 龄幼虫历时约 12 h,2 龄 12 h,此温度下 43 h 后,幼虫离开伤口寻找化蛹场所。夏天,预蛹期 3 d 至若干星期。在欧洲的冬天条件下,预蛹在土中不活动,直至温度回升至 7℃,8~11℃间开始化蛹。冬季暖和,温度在 0℃以上,则终年可以繁殖。蛹期在 32℃下 4~7 d,27℃下 6~7 d,12~13℃下 18~24 d (Davies 1934, Ratcliffe 1935, Zumpt 1965, Smith 1986)。

Introna et al.(1991)报道,在美国马里兰州夏季(温度范围 11~37℃)丝光绿蝇卵期最短 18 h,最长 36 h(平均温度为 24℃时,平均 22 h);幼虫期最短 6 d,最长 7 d(平均 27℃时,平均 6 d);蛹期最短 6 d,最长 8 d(平均 28℃时,平均 7 d);幼期合计 13~17 d。

在杭州田间养虫室饲养结果如表 4-4、表 4-5 所示。恒温下观察结果如表 4-6、表 4-7以及图 4-50。

表 4-4 丝光绿蝇 *Lucilia sericata* (Meigen)各代各虫态历期(d)及各代发生时期 (杭州 1994~1995)

世代	卵期	幼虫期	蛹期	成虫产卵前期	全世代	发生时期	平均温度和相对湿度
Ⅰ	1.0	8.0	9.0	2.0	20.0	4月下旬~5月中旬	22.6℃,60.4%
Ⅱ	1.0	25.0	6.5	8.0	40.5	5月中旬~6月中旬	25.2℃,72.4%
Ⅲ	0.6	8.0	5.5	5.0	19.1	6月中旬~7月上旬	31.2℃,66.8%
Ⅳ	0.5	6.0	6.0	6.0	18.5	7月上旬~下旬	32.7℃,64.2%
Ⅴ	0.5	6.0	6.0	5.0	17.5	7月下旬~8月下旬	32.3℃,64.5%
Ⅵ	0.7	6.0	6.0 另部分越冬	7.0	19.7	8月下旬~	30.8℃,70.6%

表 4-5 丝光绿蝇 *Lucilia sericata* (Meigen)成虫平均寿命(d)* (杭州 1995)

性别	不供食	饱和蔗糖溶液	饱和蔗糖溶液+猪肉	平均温度和相对湿度
雄	2.3±0.9 (101)	7.4±2.9 (67)	13.7±3.2 (72)	26.4℃,76.3%
雌	2.5±0.8 (89)	7.6±3.2 (65)	13.9±3.6 (78)	

* 括号中数字为观察虫数。

表 4-6 丝光绿蝇 *Lucilia sericata* (Meigen)在不同恒温下的发育历期(d)* (杭州 1995)

阶段	18℃	21℃	24℃	27℃	30℃	33℃
卵	1.33(104)	0.98(116)	0.83(137)	0.75(126)	0.67(120)	0.60(110)
1 龄幼虫	1.75(96)	1.04(95)	0.96(111)	0.69(102)	0.58(104)	0.50(98)
2 龄幼虫	2.04(82)	1.13(76)	1.00(98)	0.63(97)	0.58(93)	0.50(87)
3 龄幼虫	14.50(48)	7.25(36)	4.75(49)	5.00(40)	13.08(63)	13.19(44)
蛹	15.00(37)	9.92(28)	7.71(44)	6.67(29)	5.25(43)	4.75(39)
合计	34.62	20.32	15.25	13.74	20.16	19.54

* 括号中数字为观察虫数。

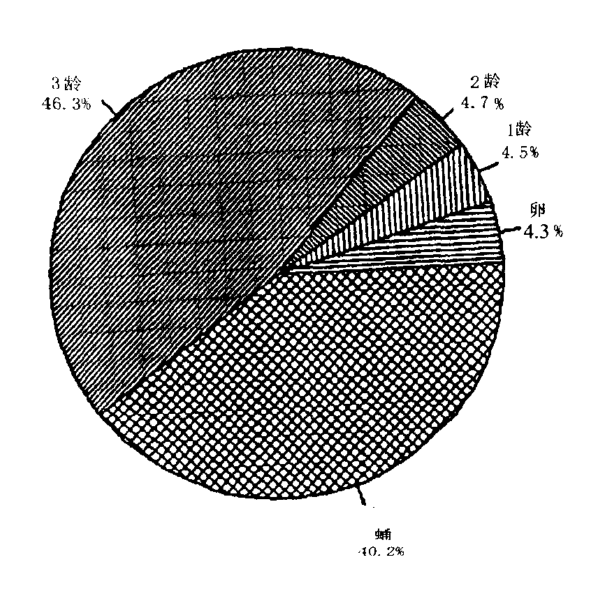


图 4-50 18~33℃恒温下丝光绿蝇 *Lucilia sericata* (Meigen)卵、幼虫和蛹平均历期的比例 (原图)

表 4-7 丝光绿蝇 *Lucilia sericata* (Meigen)发育速率与温度的关系 (杭州 1995)

阶段	回归方程	r
卵	$V(T) = -0.2478 + 0.0585T$	0.9936**
1 龄幼虫	$V(T) = -1.0997 + 0.0937T$	0.9924**
2 龄幼虫	$V(T) = -1.3081 + 0.1014T$	0.9866**
3 龄幼虫	$V(T) = -0.1949 + 0.0155T$(18~27℃)	0.9204**
	$V(T) = 0.7383 - 0.0207T$(27~33℃)	0.8682*
蛹	$V(T) = -0.0988 + 0.0094T$	0.9971**

** $P<0.01$; * $P<0.05$。

Greenberg (1991)报道的,恒温下丝光绿蝇各发育阶段平均最短历期、自卵发育至成虫所

需累计时度(ADH)、发育速率与温度的关系如表4-8、表4-9及图4-51所示。幼虫体长变化情况如图4-52、图4-53所示。幼虫达到最大体长后,体长缩短,此时根据体长判断日龄颇为困难,而嗉囊的长度很有参考价值(图4-54)。

表4-8　丝光绿蝇 *Lucilia sericata* (Meigen)各发育阶段平均最短历期　(Greenberg　1991,经核算修正)

阶段	22℃		29℃	
	历期(h)	%	历期(h)	%
卵	23	6.7	18	6.1
1龄幼虫	27	7.8	16	5.4
2龄幼虫	22	6.4	16	5.4
3龄幼虫	22	6.4	22	7.4
不再取食的3龄	108	31.3	94	31.8
蛹	143	41.5	130	43.9

表4-9　丝光绿蝇 *Lucilia sericata* (Meigen)在恒温下自卵发育至成虫所需累计时度(ADH)
(Greenberg　1991)

恒温(℃)	重复(次)	$\overline{x} \pm SE$
19	2	7 410 ± 114
22	4	7 684 ± 147
29	5	7 877 ± 246

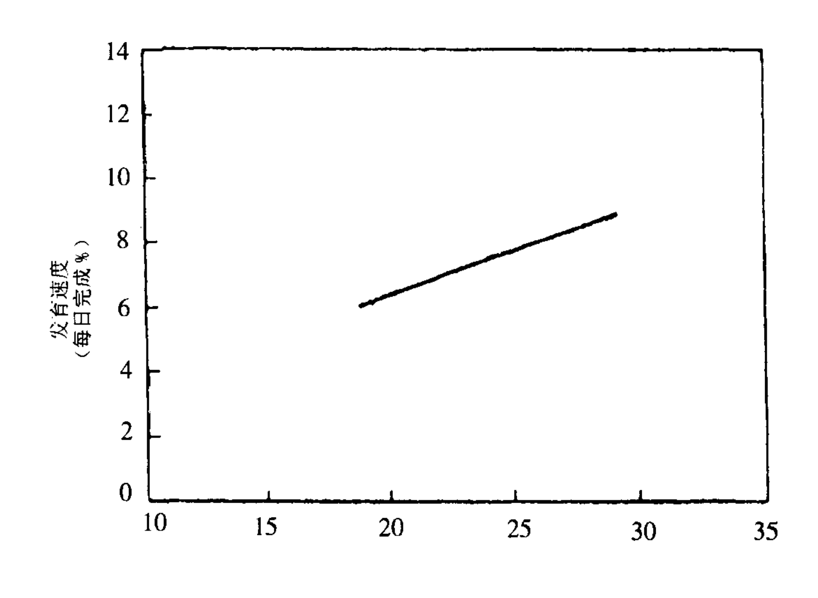


图4-51　丝光绿蝇 *Lucilia sericata* (Meigen)自产卵至羽化发育速率与温度的关系　(仿 Greenberg　1991)

$r = 0.94436$　　$r^2 = 0.89181$　　P = < 0.001　　发育速率(每日完成%) = 0.69108 + (0.281253*T*)

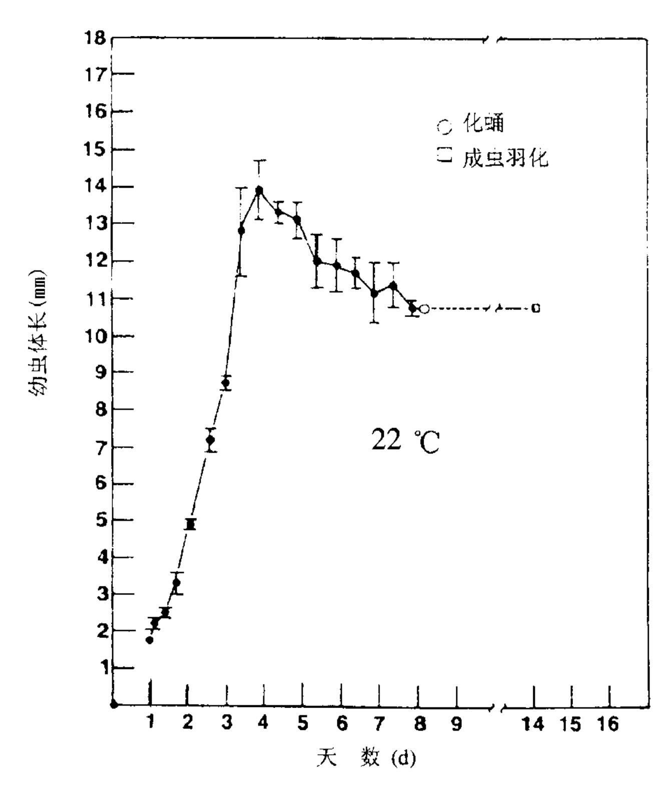


图 4－52 22℃下丝光绿蝇 *Lucilia sericata*（Meigen）的生长发育 （仿 Greenberg 1991）

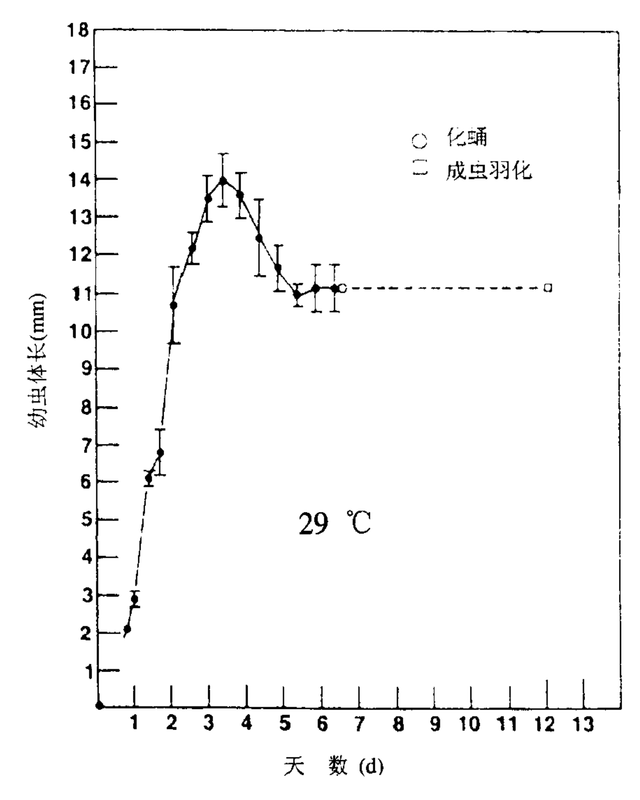


图 4－53 29℃下丝光绿蝇 *Lucilia sericata*（Meigen）的生长发育 （仿 Greenberg 1991）

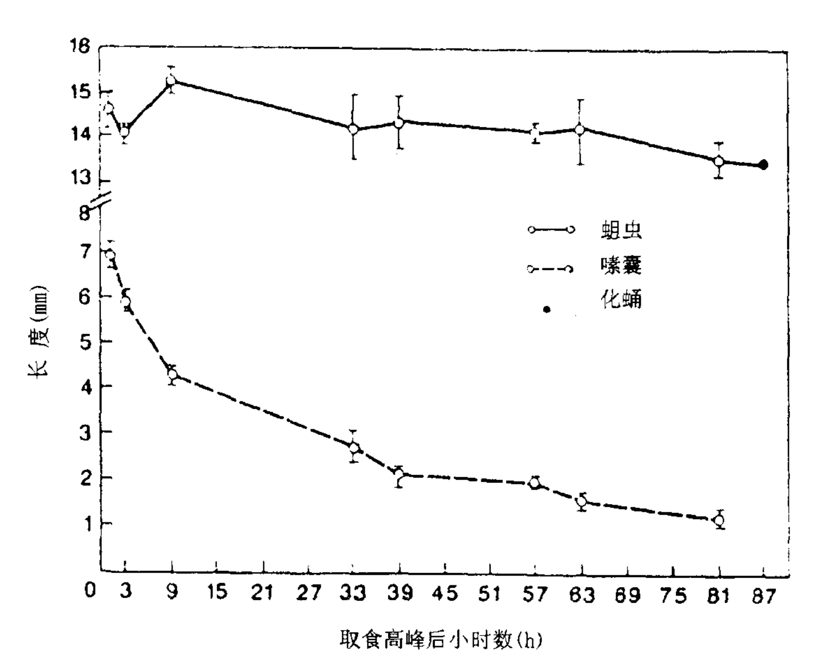


图 4-54 22℃下取食高峰后丝光绿蝇 *Lucilia sericata* (Meigen)幼虫体长及嗉囊长度的变化
(仿 Greenberg 1991)

在杭州以当地材料研究结果,各恒温下,丝光绿蝇幼虫体长(y,包括不再取食,缩短了的幼虫在内)随日龄(x)的变化可用改进的 Logistic 曲线方程,即 $y=(a+bx)/[1+\exp(c+dx)]$较好地加以拟合(表 4-10)。模拟方程中各参数值,是根据 STATISTICA 统计软件(StatSoft, Inc. 1992)的 Quasi-Newton 参数估计法求得的。χ^2 检验结果,χ^2 均小于 $\chi^2_{0.05,n-1}$,表明模拟值与观察值间无显著差异。

表 4-10 不同恒温下丝光绿蝇 *Lucilia sericata* (Meigen)幼虫体长(mm)随时间(d)变化的数学模拟 (杭州 1998)

温度(℃)	模拟方程	χ^2	r
12	$y=(13.7799-0.0536x)/[1+\exp(2.4171-0.3452x)]$	1.1549*	0.9674
16	$y=(13.0919-0.0703x)/[1+\exp(2.2103-0.7001x)]$	1.1370*	0.9655
20	$y=(16.0315-0.5434x)/[1+\exp(2.4735-1.0074x)]$	1.0988*	0.9787
24	$y=(13.1123-0.3242x)/[1+\exp(2.4009-1.7257x)]$	0.5583*	0.9799
28	$y=(13.6912-0.8039x)/[1+\exp(2.1163-2.2889x)]$	0.3536*	0.9729
32	$y=(11.9366-0.3379x)/[1+\exp(2.8650-4.4047x)]$	1.8373*	0.8545

* $P<0.05$。

保田(1939)曾测定丝光绿蝇幼虫体重变化,现摘录其部分结果供参考(表 4-11,4-12)。

表 4-11　丝光绿蝇 *Lucilia sericata* (Meigen)幼虫体重变化(5月21日开始饲育,mg)　(保田　1939)

时间	23℃	30℃	37℃
第1天	(孵化)	(孵化)	(孵化)
第2天	0.4	1.9	1.5
第3天	0.6	9.2	5.2
第4天	1.7	47.6	26.5
第5天	7.0	42.6	32.1
第6天	6.0	48.0	23.1
第7天	9.5	43.0	20.4
第8天	10.1	(化蛹)	19.4
第9天	17.0		(化蛹)
第10天	26.7		
第11天	26.9		
第12天	21.3		
第13天	17.5		
第14天	(化蛹)		

表 4-12　丝光绿蝇 *Lucilia sericata* (Meigen)幼虫体重变化(6月19日开始饲育,mg)　(保田　1939)

时间	18℃(16~20℃)	26℃(24~27℃)	30℃	37℃
第1天	(孵化)	(孵化)	(孵化)	(孵化)
第2天	0.2	0.7	1.6	1.9
第3天	0.5	10.1	30.8	37.5
第4天	0.9	46.0	56.7	61.2
第5天	1.3	53.0	57.1	56.8
第6天	3.3	47.5	53.7	51.5
第7天	5.3	45.3	(化蛹)	50.7
第8天	10.5	38.7		47.0
第9天	16.0	(化蛹)		(化蛹)
第10天	29.5			
第11天	33.8			
第12天	34.0			
第13天	31.0			
第14天	29.4			
第15天	28.4			
第16天	28.1			
第17天	27.4			
第18天	26.9			
第19天	26.6			
第20天	22.0			
第21天	(化蛹)			

王江峰(1999)按外部形态将丝光绿蝇幼虫期划分为:1龄期、2龄叠气门期(第1叠气门期)、2龄中期、2龄后期、3龄叠气门期(第2叠气门期)、开环期、浅闭环期、深闭环期和圆锥期;将蛹期划分为原蛹期、隐头蛹期、显头蛹期、黄眼期、半红眼期、红眼期、灰胸期、灰腹期和黑腹期。各期形态如下:

1龄期　虫体细长、透明,体内各器官清晰可见,口咽器呈"人"字形或倾斜的"H"形,咽骨腹角等于或短于背角。后气门只1裂,无气门环。体棘着色很浅。

2龄叠气门期　第8腹节后表面同时具1裂和2裂气门。2裂气门显著大于1裂气门,位于1裂气门的下方,1裂气门色深而2裂气门色浅,2裂气门亦无气门环。

2龄中期　口咽器呈不规则的"H"形,腹角明显短于背角。前气门具8个指状突,后气门2裂,气门环色浅,腹缘开口,开口约占整个气门环周长的1/3左右。体棘具色。

2龄后期　气门环色深,腹缘开口约占整个气门环周长的1/6左右。

3龄叠气门期　第8腹节后表面同时具2裂气门和3裂气门。2裂气门位于3裂气门上面,颜色较深,显著较小,具不完整的气门环;3裂气门无气门环。

开环期　虫体半透明,后气门3裂,气门环不完整,腹缘开口,无气门钮。

浅闭环期　虫体仍细长,奶酪色,可透过表皮见到消化道。消化道充满食物,占据了体腔的较大部分空间。后气门具气门钮;气门环完整,浅棕色。口钩一般显著地突出在头部锥突下方,各体节腹面中间一般无横向的沟形凹陷。

深闭环期　虫体长而粗壮,米黄色,消化道充满食物,占据了体腔的大部分。气门环黑色。各节腹面中间具较浅的横向的沟形凹陷,头端和尾端套叠现象不明显。

圆锥期　虫体粗短,圆锥状,表皮很厚,体表皱褶较多,头、尾两端出现套叠现象。消化道中食物主要集中于后端,或者已无食物,消化道不再占据体腔的大部。口钩一般回缩,只见到微露的尖端,各体节腹面中间具较深的沟形凹陷。

原蛹期　尚保持缩短了的幼虫的形态,头端未凹陷,未见呼吸角。组织开始分解,具粘液,蛹壳颇难剥离。

隐头蛹期　头端凹陷,正前方出现1对小球,其外侧有1对肉色的呼吸角。蛹壳内具大量粘液,蛹壳颇难剥离。

显头蛹期　头、胸、腹部均已明显。呼吸角细长,浅棕色,位于蛹壳第4体节背侧方的小球状膜的下方。

黄眼期　复眼呈黄色,呼吸角呈黑色。

半红眼期　复眼的后半部呈红色,胸部出现颜色很浅的鬃。

红眼期　整个复眼呈鲜红色。

灰胸期　胸部背面及头部出现稀疏的黑色的鬃。

灰腹期　复眼红色,头胸部具有较深密的黑色鬃,腹部稀疏地分布着黑色的绒毛。

黑腹期　头、胸、腹部均具有较浓密的黑色鬃及绒毛。

无疑,幼虫期和蛹期细分方面的深入研究将有助于日龄的较精确判断。

4.17.1.2 铜绿蝇 *Lucilia cuprina* (Wiedemann)

雄蝇体长5.0~8.0 mm。额宽仅为1复眼宽的3/7,间额红棕至暗棕色,侧额约和间额

等宽，间额略平行，侧额、侧颜暗棕色覆有银黄色粉被；触角带棕灰色，第3节长约为第2节的2.5倍；下颚须黄。胸部呈金属绿色并带有蓝或铜等色，盾片上有灰粉被；胸部小毛较粗而疏，肩胛上肩鬃后区小毛在4根以下，前胸基腹片和前胸侧板中央凹陷具毛，后胸基腹片无纤毛；前、后气门暗棕色。翅透明，翅肩鳞黑，前缘基鳞黄，上腋瓣污白，下腋瓣黄；平衡棒黄。足黑或暗棕色，前足股节带绿色，前足胫节有1列短的前背鬃。腹部呈钝橄榄青铜色，第3与4背板有蓝色后缘带，侧面观腹部在后上方拱起，第2~4各腹板上毛的长度超过后足股节和胫节上毛的长度，腹部下方后部多密而长的毛，但不特别密长。

雌蝇体长5.0~9.0 mm。额宽于1眼宽，间额黑，侧额宽约为间额宽的2/3，其上部多细毛，侧额鬃3，体钝橄榄青铜色，粉被多于雄性。

卵长1.3 mm，宽0.35 mm，正中背区宽0.037 mm，正中背区与卵末端的距离为0.074 mm（图4-55 B）。

1龄幼虫口咽器很小，长约0.2 mm；中口钩（上唇）直形，其端部仅占全长的1/5，咽骨体高为长的2.5倍，背角与腹角等长。2龄幼虫口钩的端角与基角均近于直角状折曲；前气门有指状突4~6个，其色素管状部长为宽的3倍左右；后突起群的背突间距大于背突、亚背突间距，后气门环近于圆形。3龄幼虫一般较丝光绿蝇为小，成长幼虫体长13 mm，各腹节的棘亦较不发达；前缘棘环仅第4腹节以前各节完整；后缘棘环在第3腹节以前均不明显；第2胸节前缘棘环的背面有棘列6~7排，每小列2~6个小棘；第5与第6腹节腹垫的棘列亦较稀少，且很少伸延达侧板；第7腹节后缘棘环的背面为1~4排棘列，每列2~6个小棘；第8腹节背中部光滑无微疣；幼虫末端的后突起群中，背突间距大于背突、亚背突间距；口咽器的咽骨部分比较短小，无附口骨；咽骨背角长为咽骨体长的1.5倍，并为腹角长的2倍，亦即咽骨体较腹角为长；前气门仅具4~6个指状突；后气门近圆形，气门环较丝光绿蝇为宽，且中、外两气门裂间不作角形加厚（无角形内突），各气门裂均较短小（图4-55 A，C~K）。

国外分布于朝鲜半岛、日本、泰国、马来西亚、新加坡、越南、老挝、印度、巴基斯坦、菲律宾、印度尼西亚、关岛、夏威夷、沙特阿拉伯、澳大利亚等地及非洲区。国内已知分布于辽宁、山西、河南、陕西、宁夏、甘肃、山东、安徽、江苏、上海、浙江、福建、台湾、江西、湖北、湖南、广东、广西、海南、四川、贵州、西藏。

Waterhouse和Paramonov（1950）曾将本种分为2个亚种，即分布于亚洲东部和东洋区自马来西亚向东到夏威夷、至美洲的 *cuprina* 亚种，与分布于非洲、印度和澳大利亚的 *dorsalis* 亚种。前者体钝橄榄青铜色，在生态上营尸生性；后者体亮金属铜绿色或带青绿色，为绵羊的蛆症蝇。由于在形态上主要依据体色来区别，存在着各种中间型，因此现在不再将 *dorsalis* 作为一个明确的亚种列出（范滋德等　1997）。

Smit（1931）在南非曾作过生活史研究（据Smith 1986，学名误定为 *L. sericata*），在腐肉上年发生9或10代。冬季不产卵，每雌平均约产1 000粒卵，8~72 h孵化。在适宜条件下，整个幼虫阶段的取食期最短2 d，但在较凉爽或较不利条件下，可长达3周。离开腐肉成为预蛹需若干小时至数周。围蛹形成亦自若干小时到若干天或若干周。夏天蛹期7 d，冬天可长达115 d。幼虫可成功地在动物或人的坏死组织中发育。Hopkins（1944）在乌干达记录了有关人体蝇蛆症6例，其一是在被闪电烧坏的手臂上，另一是在烧伤的耳朵上。

雌性生殖系统的变化普遍地认为是推断成虫日龄的重要基础。这不仅在蚊子（Detinova

1962,Giglioli 1965,Rosay 1969)、采采蝇(Saunders 1962)等昆虫上已有了较多的工作,对于厕蝇(Anderson 1964)、家蝇(Smith 1968)等也已有了一定的研究。Vogt et al.(1974)从其他学科的需要出发,曾研究铜绿蝇 *Lucilia cuprina* 雌性生殖系统的周期性变化。他们将第1轮分为0~Ⅴ,计6个阶段;第2与第3轮分为Ⅰ~Ⅴ,各5个阶段。根据这种周期性变化提出了推测日龄的方法。由于成虫日龄判断在法医昆虫学中相对来说不及幼期日龄判断重要,为节省篇幅,恕不多介绍。

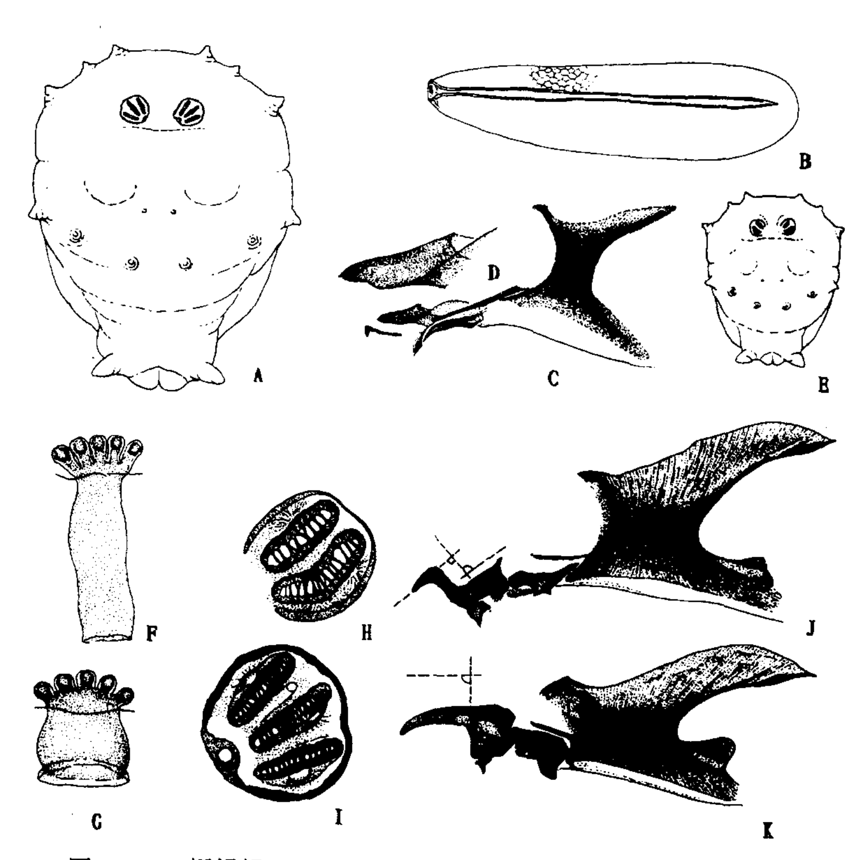


图4-55 铜绿蝇 *Lucilia cuprina* (Wiedemann) (仿范滋德等 1997)

A.3龄幼虫后面观 B.卵 C.1龄幼虫口咽器 D.1龄幼虫中口钩(上唇) E.2龄幼虫后面观 F.2龄幼虫前气门 G.3龄幼虫前气门 H.2龄幼虫后气门 I.3龄幼虫后气门 J.2龄幼虫口咽器 K.3龄幼虫口咽器

4.17.1.3 叉叶绿蝇 *Lucilia caesar* (Linnaeus)

雄蝇体长7.0~10.0 mm。间额在最狭处不完全消失,侧额及侧颜上部底色暗,覆有银灰色粉被,侧颜下部红棕且裸,粉被同上;颜暗灰色,粉被很薄,口上片黄,颊高约为眼高的1/4;触角黑,仅第2节端部发红,第3节有灰粉被,后者长约为前者的4倍,芒暗棕色,呈长羽状。胸部呈金属绿蓝色,有铜色光泽;中鬃2+2,背中鬃3+3;前胸基腹片及前胸侧板中央凹陷具毛,前、后气门暗棕色。翅透明,沿前缘至基部褐色稍浓,翅肩鳞及前缘基鳞黑;平衡棒黄棕色。足黑,前足胫节除1列短小的前背鬃外,有后腹鬃1。腹部色泽同胸部,前腹部各背板无明显的暗色后缘带,第3背板中缘鬃缺如,仅有弱的缘鬃,第4及第5背板缘鬃均发达,第9背板很大,呈亮绿色,第1腹板毛细、色淡,其余腹板毛均黑。

雌蝇体长10.0 mm左右。额宽稍窄于1复眼的宽度,间额黑,侧额鬃2,侧颜比侧额为

宽;第6背板略向背方驼起,后缘仅在两角及正中有缘鬃;第8腹板后端匙形,长于第8背板。

卵长1.7 mm,宽0.4 mm,正中背区宽0.034 mm,正中背区与卵后端的距离为0.34 mm。

1龄幼虫中口钩(上唇)较直或端部稍弯曲;咽骨背角与腹角均较亮绿蝇为短,且腹角的后上方平齐,不呈角形突起;咽膜后端的色素区不明显或全缺。2龄幼虫口咽器及前、后气门均较亮绿蝇为大;口钩端角略呈直角;咽骨腹角的后上方不呈角形突起,咽膜上的色素区较淡。3龄幼虫成长后长约15 mm,乳白色,与亮绿蝇十分近似。前缘棘环至第5腹节止各节均完整,后缘棘环自第5腹节开始各节均完整;第2胸节前缘棘环的背中部为6~8排棘列,每小列棘数多为2~5;第5与第6腹节的腹垫前后缘棘列排数,分别为(2~4),(4~6)+(2~4)排,并延伸到侧板;第7腹节后缘棘环的背面有棘5~7排;第8腹节背部较光滑,仅近背突的基部具有微疣,后气门区周围为小的棘列,不呈毛状;口咽器无附口骨;咽骨腹角后上方突起不呈方角形,其后下方的咽膜上有明显的色素区;前气门有8~10个指状突;后气门极似亮绿蝇。

国外分布于朝鲜半岛、日本、蒙古、原苏联、摩洛哥、利比亚及欧洲。国内已知分布于黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、河北、天津、山西、陕西、宁夏、甘肃、青海、新疆。

幼虫滋生于动物尸体和禽兽屠宰后的毛中。甘运兴(1980)曾在1964年于东北地区小动物创口上以及用腐败动物质饲养本种获得成功。

4.17.1.4 亮绿蝇 *Lucilia illustris* (Meigen)

雄蝇体长5.0~9.0 mm。额宽约与两后单眼外缘间距等宽,间额暗红棕色,最窄处不宽于前单眼横径,侧额及侧颜上部暗,具银色粉被,侧颜下部底色红棕色,上覆粉被;口上片黄,颊高为眼高的1/3;触角黑色,第3节长于第2节的3倍,芒红棕色,羽状;下颚须黄棕色。胸部呈金属绿色,带蓝色,有铜色光泽,中鬃2+2,背中鬃3+3,前胸基腹片及前胸侧板中央凹陷具毛,前、后气门暗棕色。翅透明,翅肩鳞及前缘基鳞黑,亚前缘骨片红棕色,有短小毛,上腋瓣黄白色,下腋瓣淡棕色但缘缨毛黄;平衡棒大部红棕色。足黑,前足胫节仅1后腹鬃明显。腹部色泽同胸部,第3背板无强大的中缘鬃,第4、5背板缘鬃发达,第5背板上鬃明显较多,各腹板毛均黑,第9背板较小,呈黑色。

雌蝇体长5.0~10.0 mm。额宽稍宽于1复眼宽度,间额黑,两侧略平行,侧颜比侧额宽;下腋瓣黄白色;第6背板不驼起,整个后缘都有缘鬃;第8腹板与第8背板几乎等长(图4-56)。

卵长1.6 mm,宽0.37 mm,正中背区宽0.025 mm,正中背区与卵末端相距0.09 mm。

1龄幼虫口咽器的中口钩(上唇)呈直形,其中段下缘呈角状折曲,尖端部长度约为全长的1/3;咽骨体的高度为长的2倍;背角与腹角近于等长,其长为咽骨体长的3倍左右;腹角后上方呈角状突起,后下缘的咽膜呈加厚状的淡色素区。2龄幼虫口钩较直伸,咽骨腹角末端上方的突起不明显,腹角末端下方的咽膜上有色素区;前气门8~9个指状突,管状部长大于宽。3龄幼虫成长后长约12 mm,色乳白,各节前、后缘棘环在绿蝇属中最为发达。前缘棘环至第7腹节止各节均完整,后缘棘环自第5腹节开始各节均完整;第2胸节前缘棘环在背部为7~8排棘列,每列棘数1~6个,大多为2~3个单尖型小棘,环的宽度约为节全长的

1/4;第 5 与第 6 腹节腹垫的棘列排数为(2~4),(3~5)+(2~4),每小列 2~6 个棘,并向两侧伸展,直达背中部形成完整的环形,故侧板上亦满布棘列;第 7 腹节后缘棘环的背部为 5~6 排棘列,每列 2~8 个棘不等,着生于前方的较后方者略尖而长;第 8 腹节的背部,仅前、后缘及中线与背突的四周具大小不等的微疣;此外,位于后气门区外围的毛状棘列也很发达。口咽器无附口骨;咽骨背角长约为咽骨体长的 2 倍以上,腹角的后上方明显地呈方角状伸出,且在左右两腹角之间的咽膜上有一段明显的色素区,呈淡褐色。前气门较宽大,具 7~9 个指状突,管状部的宽度大于长度。后气门圆形,气门环宽,色素较深暗,于各气门裂间呈加厚或呈尖形内突,两后气门间距约等于 1 气门的宽度。

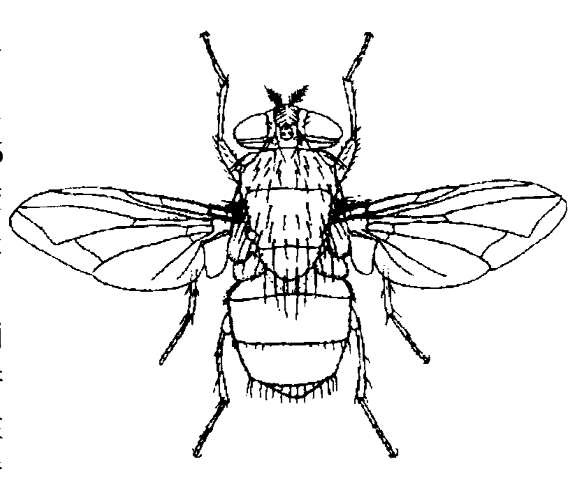


图 4-56 亮绿蝇 *Lucilia illustris* (Meigen)雌成虫
(仿范滋德等 1992)

国外分布于朝鲜半岛、日本、蒙古、原苏联、缅甸、印度北部山区,欧洲一些国家及北美。国内分布于黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、河北、北京、天津、山西、河南、陕西、宁夏、甘肃、青海、新疆、山东、江苏、上海、浙江、江西、湖北、湖南、四川、贵州。

Introna et al.(1991)报道,在美国马里兰州春季(温度范围 8~32℃)亮绿蝇卵期最短 20 h,最长 54 h(当平均温度为 19℃时,平均 30 h),幼虫期最短 7 d,最长 10 d(当平均温度为 22℃时,平均 8 d);蛹期最短 10 d,最长 14 d(当平均温度为 19℃时,平均 11 d);幼期合计最短 20 d,最长 24 d。

国内据甘运兴(1980)研究,亮绿蝇主要滋生于动物尸体上,卵期、1 龄、2 龄幼虫期各为 1 d 左右,3 龄幼虫期 6 d 左右。

4.17.1.5 紫绿蝇 *Lucilia porphyrina* (Walker)

雄蝇体长 5.0~10.0 mm。额很狭,约与前单眼等宽,间额下方暗棕色呈三角形状;触角暗棕色,第 2 节端部色发红,第 3 节基部一半发红且具灰粉被,第 3 节长约为第 2 节的 4 倍,芒暗棕色,长羽状。胸部呈金属绿色或带蓝、紫等色,前盾片灰粉被明显;中鬃 2+(2~3),背中鬃 3+3,翅内鬃 1+2,肩鬃 3,肩后鬃 3,小盾端鬃及心鬃各 1 对,侧鬃 3 对,腹侧片鬃 2:1;前胸侧板中央凹陷具淡色纤毛,前胸基腹片具毛。翅透明,脉棕色,沿前缘及基部色深,翅肩鳞及前缘基鳞暗棕,亚前缘骨片棕黄色,上生黑色小刚毛,腋瓣淡棕色以至棕色,至少上腋瓣外缘呈淡棕色;平衡棒棕至红棕,端部色淡。足黑,胫节暗棕,前足股节稍带绿色;前足胫节有 1 列短的前背鬃,后鬃 1;中足胫节前背鬃、腹鬃及后背鬃各 1,后鬃 2,后足胫节有 1 列短的前背鬃,前腹鬃 2,后背鬃 2。腹部金属绿色,带蓝、紫色;第 3~5 背板缘鬃发达,第 2~5腹板毛黑。

雌蝇体长 5.0~11.0 mm。额宽稍窄于 1 复眼宽,间额暗棕向前方去发红,上眶鬃 3。

卵如图 4-57。

1 龄幼虫口咽器的中口钩直伸,侧面观其下缘中部呈弧形突出,端部长约占全长的 2/5;

下口骨长且直；咽骨体高为长的4倍左右，背角较腹角略短，腹角的后下缘向后延伸，并于咽膜上呈加厚状。2龄幼虫口钩的端部与中段较一般为粗，钩的端角近于直角，基角为钝角；咽骨背角尖端的"窗孔"较明显，背角长为咽骨体长的2倍；前气门7~9个指状突，管部较长；后气门的气门环宽，两气门裂间明显地呈角状加宽。3龄幼虫成长后长约15 mm；棘刺较发达，至第6腹节止各节前缘棘环均完整，后缘棘环自第5腹节开始完整；第2胸节前缘棘环在背面为6~8排棘列，每列2~8个棘刺，一般均为单尖型小棘，偶有双尖者；第5、第6腹节的腹垫上，有棘(2~5)，(3~6)+(3~5)排，并向背面伸展形成完整的棘环，在侧板上亦满布交错的棘列；第7腹节后缘棘环在背部有7~9排小棘列，每列2~8个小棘不等，以位于近前端的棘较小；第8腹节的背中部，仅前、后两缘及背突周围具有较粗的微疣；口咽器具有1椭圆形的附口骨，背角较长，端部具不明显的"窗孔"，腹角后上方突出颇明显；前气门6~9个指状突，管状部长宽略相等；后气门较大，气门环宽，呈暗褐色，各气门裂之间明显加宽，气门裂细长，有时微弯曲，后气门间距略等于1气门的宽度。



图4-57 紫绿蝇 *Lucilia porphyrina*（Walker）卵 （仿范滋德等 1997）

国外分布于朝鲜半岛、日本、泰国、菲律宾、马来西亚、印度尼西亚、印度、斯里兰卡、巴布亚新几内亚、新不列颠、新爱尔兰、澳大利亚。国内分布于山西、河南、陕西、宁夏、甘肃、山东、江苏、上海、浙江、福建、台湾、江西、湖北、湖南、广东、广西、四川、贵州、云南、西藏。

据甘运兴(1980)报道，紫绿蝇主要滋生于动物尸体，垃圾、粪便中亦偶有发生。夏季室温32℃下，卵期、1龄、2龄幼虫期各约0.5 d，3龄幼虫期约5 d。在泰国，本种为全年都能采到的山区种之一，成蝇常在室内见到，幼虫取食腐败动物质。在27±1℃，相对湿度80%~85%条件下，卵在产下后1 d内孵化，幼虫期5~7 d，蛹期6~8 d，成虫寿命22~35 d(Tumrasvin et al. 1977)。

4.17.1.6 壶绿蝇 *Lucilia ampullacea ampullacea* Villeneuve

雄蝇体长5.5~10.0 mm，雌蝇体长6.0~11.0 mm。胸部呈金属绿色带蓝、紫色，并有铜色光泽，可见薄的灰色粉被；腋瓣白色以至淡棕色，至少上腋瓣外缘呈白色；腹部呈金属绿、蓝色，有铜色光泽。

与上述紫绿蝇同属壶绿蝇亚属 subg. *Caesariceps*，都具备下述特征：触角特别长，几乎达于口上片处；亚前缘骨片棕黄色，上生黑色小刚毛，清晰可见。雄蝇额很狭，间额在最狭处一般消失；侧尾叶前后缘几乎平行，末端宽而圆钝，具长柔毛。雌蝇额狭，头宽约为额宽的3.1~3.9倍，侧颜和侧额等宽；前胸侧板中央凹陷具淡色纤毛。

国外分布于日本、印度，欧洲，北非。国内已知分布于新疆。

在日本林中或低山区于早春至秋季采到(Kano et al. 1968),幼虫主要取食死动物、动物粪和人粪。

4.17.1.7 崂山壶绿蝇 *Lucilia ampullacea laoshanensis* Quo

成虫体长6.5~11.0 mm。与上述壶绿蝇 *L. ampullacea ampullacea* 的主要区别在于:雄阳体侧面观下阳体腹突的宽度约为端阳体宽的1.5倍(而非2倍),末端稍尖(而非圆钝);前阳基侧突前缘呈140°左右的钝角形凹入(而非90°~100°近于直角形凹入)。

国外分布于朝鲜半岛。国内分布于黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、陕西、甘肃、山东。

在山东崂山,幼虫于鸟尸体中采到。

国内常见的本属昆虫尚有:瓣腹绿蝇 *L. appendicifera* Fan、林绿蝇 *L. silvarum* (Meigen)、中华绿蝇 *L. sinensis* Aubertin、南岭绿蝇 *L. bazini* Seguy(图4-58)、海南绿蝇 *L. hainanensis* Fan、沈阳绿蝇 *L. shenyangensis* Fan、巴浦绿蝇 *L. papuensis* Macquart、长叶绿蝇 *L. regalis* (Meigen)、山西绿蝇 *L. shansiensis* Fan、毛腹绿蝇 *L. pilosiventris* (Schulze) Kramer、太原绿蝇 *L. taiyuanensis* Chu、狭额绿蝇 *L. angustifrontata* Ya,等等,它们都可能具有法医学意义,其重要性可因地区而不同。

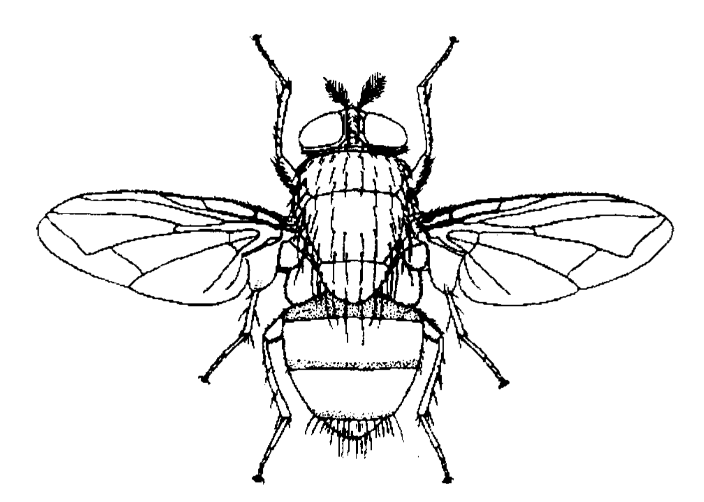


图4-58 南岭绿蝇 *Lucilia bazini* Seguy 雌成虫 (仿范滋德等 1992)

4.17.2 蓝蝇属 *Cynomya*

体较大型,胸带黑色,腹无粉被,呈青或绿的金属色;头胸略等宽,后头稍凸出;翅 $2R_5$ 室开放,无前缘刺,下腋瓣上面有毛。雄蝇:额约为眼宽之半,颊高约为眼高的4/5;眼无毛,在近内缘处的小眼面较大;触角长,第3节长约为第2节的4倍,触角芒长羽状,端部1/3裸;前胸侧板中央凹陷有毛;足股节下面有长毛,但无鬃;腹部第4、5两背板都有缘鬃。雌蝇:前足胫节有2根后鬃;腹第5背板全为强大的鬃所掩盖,后缘正中完整,无切口。

全北区分布。

成虫腐食或粪食,喜花,可在腐鱼上采到。卵生。幼虫滋生于尸体等腐败动物质中。最常见和重要的是尸蓝蝇 *Cynomya mortuorum* (Linnaeus)。

4.17.2.1 尸蓝蝇 *Cynomya mortuorum* (Linnaeus)

成虫体长 7.0 ~ 14.0 mm。额、颜、侧颜及颊等大部呈美丽的橙黄色,并有金色粉被;颊与黑色的后头之间有截然的分界;雄额约为 1 眼宽的 1/3,雌间额为侧额宽的 3 倍。胸黑色有灰色粉被,形成与阿丽蝇属 *Aldrichina* 近似的斑纹,即盾片沟前中央有 3 纵条,正中 1 条略宽;中鬃 2 + 1,背中鬃 2 + 3,肩鬃 4,肩后鬃 2,小盾缘鬃 3 对,心鬃 1 对。翅透明,脉棕略带黄色,腋瓣白,上腋瓣具褐色缘;平衡棒棕色。足黑,胫节红棕色。腹蓝色以至蓝绿色;雄尾器黑色,很发达;第 4、第 5 两背板的鬃在雌、雄中均很强大(图 4 - 59)。

幼虫形态参阅图 4 - 60。

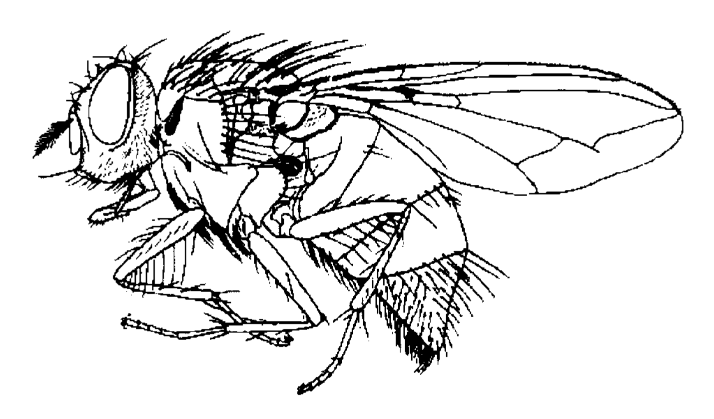


图 4 - 59 尸蓝蝇 *Cynomya mortuorum* (Linnaeus)雌成虫 (仿范滋德等 1992)

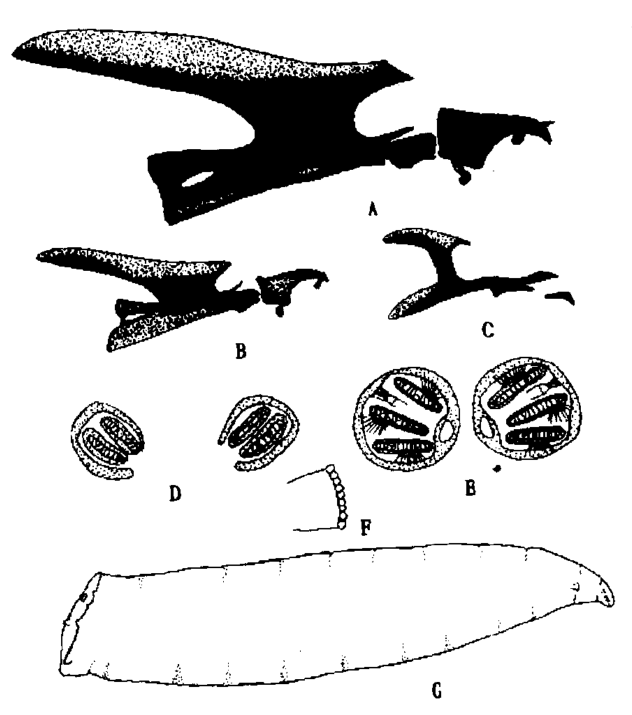


图 4 - 60 尸蓝蝇 *Cynomya mortuorum* (Linnaeus)幼虫 (仿 Smith 1986)
A.3 龄幼虫口咽器侧面观 B.2 龄幼虫口咽器侧面观 C.1 龄幼虫口咽器侧面观 D.2 龄幼虫后气门 E.3 龄幼虫后气门 F.3 龄幼虫前气门 G.3 龄幼虫侧面观

国外分布于蒙古、原苏联,欧洲,北美北部。国内分布于黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、河北、山西、宁夏、甘肃、青海、新疆、四川、云南。

幼虫滋生在腐肉中及大脊椎动物、兔等尸体中。在芬兰平均气温15℃的7~8月,于不同地点发育历期是18~31 d(Nuorteva 1977)。

4.17.3 阿丽蝇属 *Aldrichina*

与丽蝇属 *Calliphora* 极近缘,很多作者把它们归并在广义的 *Calliphora* 属中。雄额略宽,颊毛黑色。中鬃3+3,背中鬃3+3,翅内鬃0+(2~4),肩后鬃3,腹侧片鬃2:1。雄尾器具特征性:第9背板大,肛尾叶极小,稚废;第7、8合腹节的腹叶很发达;侧尾叶细长而弯曲,左右相互并拢;第5腹板大,有由短刺形成的厚垫。雌性第6背板骨化部分呈蝶形。

主要分布在亚洲东部及南亚北部的广大地区。

成蝇常见于垃圾堆、厕所、人畜粪便、动物尸体以及有蚜虫或开花的植物上,幼虫滋生于人畜粪便、动物尸体和垃圾堆中。

4.17.3.1 巨尾阿丽蝇 *Aldrichina grahami* (Aldrich)

成虫体长4.8~12.0 mm。额宽率:雄为0.14,雌为0.42;中胸盾沟前的中央有3条明显的黑色纵纹,正中的1条略宽。雄露尾节特别巨大,折曲在腹部后端的下方(图4-61)。雌第5背板后缘中段有密的短鬃列,仅在少数个体中有正中纵缝痕;第5腹板大型,呈倒梨形,后缘无强大刚毛。

卵长1.16±0.04 mm,宽0.36±0.03 mm。近乎香蕉状,白色,靠近卵孔端表面具菱形网状纹饰。卵孔圆形。中区远离卵孔端呈"V"字形,中区长度平均占卵长的91.4%,宽约为卵宽的16.7%。孵出线在卵孔领片前骤然分开,其水平线略低于卵孔领片水平面。气盾呈筛状,筛孔稀疏,垂柱分散,均匀分布,垂柱端部呈球形或椭球形,少数并接。

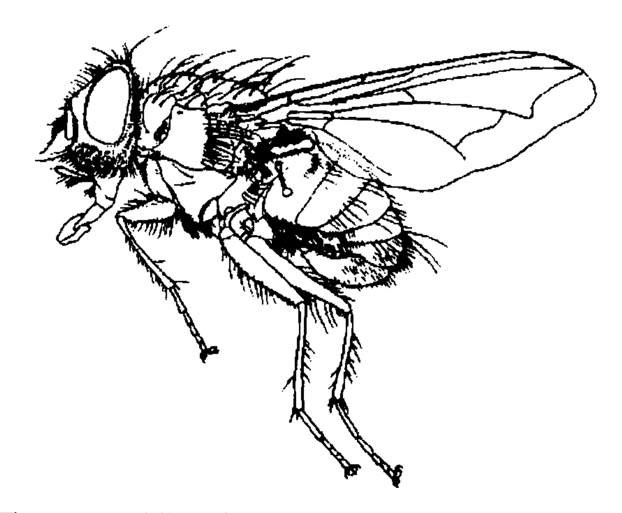


图4-61 巨尾阿丽蝇 *Aldrichina grahami* (Aldrich)雄成虫
(仿范滋德等 1992)

3龄幼虫口钩基部呈长方形,端部长为基部长的1.5倍,咽骨背角上缘中部稍向上凸出,咽骨腹角并不明显地向下后方延长。第8腹节背面无微疣,光滑。后表面的各突内方有明显的白色纤毛带,背突间距明显大于背突、亚背突间距,而亚背突、上侧突间距大致和背突、亚背突间距相等。前气门指状突7~10个,多数为8~9个;后气门横径约为0.3 mm。气门环狭,棕色,钮部色淡(图4-62)。

围蛹长10.0±0.2 mm,宽4.3±0.07 mm,黑褐色,壳厚,末端有浅凹。呼吸角粗短,略向前弯。

国外分布于朝鲜、日本、俄罗斯、印度、巴基斯坦、美国。国内分布于黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、河北、北京、天津、山西、河南、陕西、宁夏、甘肃、青海、山东、安徽、江苏、上海、浙江、福建、台湾、江西、湖北、湖南、广东、广西、海南、四川、贵州、云南、西藏。

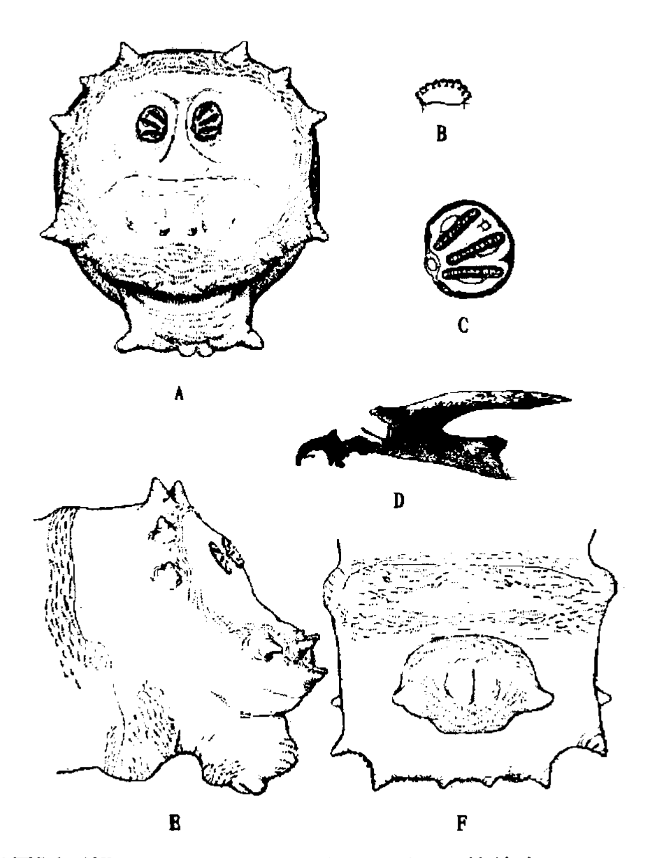


图 4-62　巨尾阿丽蝇 *Aldrichina grahami*（Aldrich）　3 龄幼虫　（仿范滋德等　1997）
A.第 8 腹节后面观　B.前气门　C.后气门　D.口咽器　E.第 8 腹节侧面观　F.第 8 腹节腹面观

表 4-13　巨尾阿丽蝇 *Aldrichina grahami*（Aldrich）各代各虫态
历期(d)及各代发生时期　（杭州　1994～1995）

世代	卵期	幼虫期	蛹期	成虫产卵前期	全世代	发生时期	平均温度和相对湿度
Ⅰ	1.5	11.0	13.0	4.5	30.0	4 月上旬～5 月上旬	16.1℃,74.8%
Ⅱ	1.0	6.5	8.0	2.5	18.0	5 月上旬～中旬	24.9℃,56.2%
Ⅲ	0.9	6.0	8.0	3.5	18.4	5 月中旬～6 月上旬	26.1℃,65.1%
Ⅳ	1.0	7.0	8.5	4.0	20.5	6 月上旬～下旬	24.8℃,81.8%
Ⅴ	0.7	6.0	越夏 越冬			6 月下旬～	

马玉堃(1996)在杭州饲养、研究结果可归纳如表 4 - 13、表 4 - 14、表 4 - 15、表 4 - 16 及图 4 - 63。在上海,3 月大量羽化,5 ~ 6 月为成蝇出现盛期,炎夏差不多绝迹,初秋也很少见到,到 11 月再度出现一个繁殖期,以蛹和前蛹期幼虫越冬。平均室温 20℃时用鱼肉在室内饲育,自卵到成蝇羽化历时 19 d,25℃时,15 d(范滋德等　1997)。仓桥弘等(1984)在日本东京市内调查后,认为本种以雌成虫越夏,越夏场所不明,夏季未能诱到雄蝇,残存下来的已受精雌蝇在 9 月中旬天气转凉时进入摄食和产卵活动。

表 4 - 14　巨尾阿丽蝇 *Aldrichina grahami* (Aldrich)成虫平均寿命(d)*　(杭州　1995)

性别	不供食	饱和蔗糖溶液	饱和蔗糖溶液 + 猪肉	平均温度和相对湿度
雄	2.4 ± 0.5(80)	14.6 ± 6.1(62)	21.1 ± 9.8(74)	23.4℃,　78.9%
雌	2.5 ± 0.5(83)	15.2 ± 5.9(65)	21.9 ± 10.1(76)	

* 括号中数字为观察虫数。

表 4 - 15　巨尾阿丽蝇 *Aldrichina grahami* (Aldrich)在不同恒温下的发育历期(d)*　(杭州　1995)

阶段	12℃	15℃	18℃	21℃	24℃	27℃	30℃
卵	3.08(208)	1.88(136)	1.35(161)	1.17(152)	0.90(140)	0.78(165)	0.71(176)
1 龄幼虫	4.75(124)	2.21(97)	1.67(120)	1.33(94)	0.88(117)	0.58(125)	0.54(131)
2 龄幼虫	4.50(64)	2.75(56)	1.50(109)	1.25(60)	1.13(103)	1.00(94)	1.40(54)
3 龄幼虫	15.50(50)	7.75(43)	6.21(88)	5.50(52)	5.00(89)	4.00(63)	4.40(33)
蛹	停止发育	12.00(39)	10.75(41)	10.50(43)	7.50(80)	7.00(45)	停止发育
合计		26.59	21.48	19.75	15.41	13.36	

* 括号中数字为观察虫数。

表 4 - 16　巨尾阿丽蝇 *Aldrichina grahami* (Aldrich)发育速率与温度的关系　(杭州　1995)

阶段	回归方程	r
卵	$V(T) = -0.3936 + 0.0612T$	0.9969**
1 龄幼虫	$V(T) = -1.04 + 0.0952T$	0.9762**
2 龄幼虫	$V(T) = -0.0771 + 0.0352T$	0.8162*
3 龄幼虫	$V(T) = -0.0246 + 0.0094T$	0.9491**
蛹	$V(T) = -0.004 + 0.0053T$	0.9774**

* * $P < 0.01$;　* $P < 0.05$。

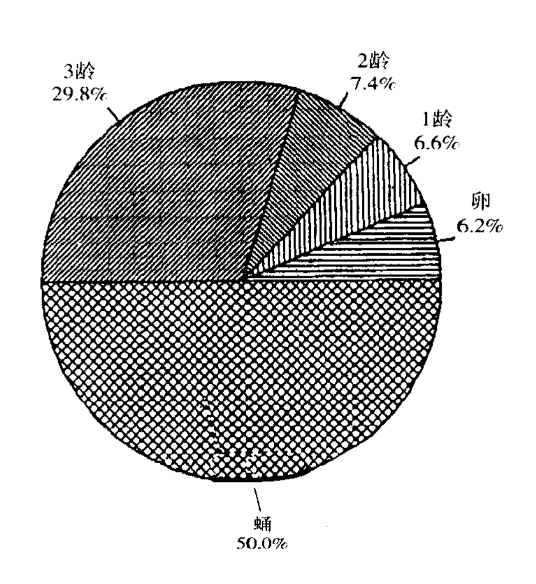


图 4-63　15~27℃恒温下巨尾阿丽蝇 *Aldrichina grahami*（Aldrich）卵、幼虫和蛹平均历期的比例　（原图）

在杭州以当地材料试验结果，各恒温下巨尾阿丽蝇幼虫体长（y，包括不再取食，缩短了的幼虫在内）随日龄（x）的变化可用改进的 Logistic 曲线方程，即 $y=(a+bx)/[1+\exp(c+dx)]$较好地加以拟合（表 4-17）。模拟方程中各参数值，是根据 STATISTICA 统计软件（StatSoft, Inc.　1992）的 Quasi-Newton 参数估计法求得的。χ^2 检验结果，χ^2 均小于 $\chi^2_{0.05,n-1}$，表明模拟值与观察值间无显著差异。

表 4-17　不同恒温下巨尾阿丽蝇 *Aldrichina grahami*（Aldrich）幼虫体长（mm）随时间（d）变化的数学模拟　（杭州　1998）

温度（℃）	模拟方程	χ^2	r
12	$y=(23.2910-0.6309x)/[1+\exp(2.7565-0.5023x)]$	0.5185*	0.9922
16	$y=(20.1997-0.6257x)/[1+\exp(2.4950-0.7621x)]$	1.6076*	0.9792
20	$y=(22.2047-1.2779x)/[1+\exp(2.7773-1.2168x)]$	0.7975*	0.9855
24	$y=(17.5632-0.7348x)/[1+\exp(2.3306-1.4425x)]$	0.4312*	0.9619
28	$y=(17.3712-0.5390x)/[1+\exp(2.4654-1.8785x)]$	1.3802*	0.9571
32	$y=(15.3745-0.2625x)/[1+\exp(2.3531-1.9306x)]$	0.5953*	0.9819

* $P<0.05$。

王江峰（1999）按形态将巨尾阿丽蝇幼虫期划分为：1 龄期、2 龄早期、2 龄后期、3 龄叠气门期、开环期、浅闭环期、深闭环期和圆锥期；将蛹期划分为：原蛹期、隐头蛹期、显头蛹期、白须胸期、黑胸期、半红眼期、红眼期及黑腹期。幼虫和蛹期的细分将有利于日龄的较精确判断。

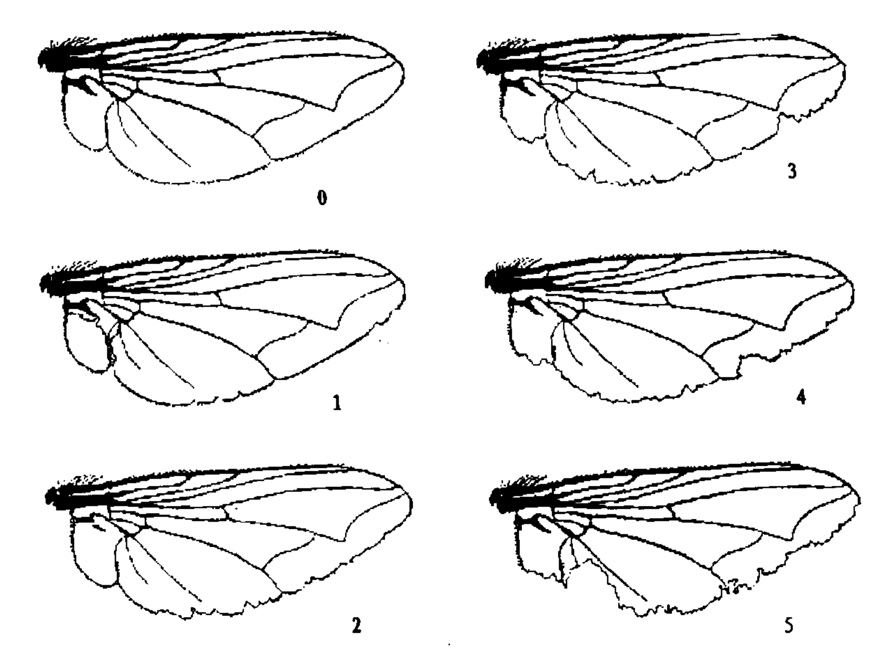


图 4－64 巨尾阿丽蝇 *Aldrichina grahami*（Aldrich）越夏雌蝇的前翅 （仿仓桥 弘等 1984）
0～5 为各期代号

仓桥 弘等（1984）将捕获的巨尾阿丽蝇雌成虫，根据前翅外缘和内缘的完整程度，划分为 0～5 期共 6 期（图 4－64）。0 期翅完整，应是羽化不久的标志，而 1～5 期翅不同程度地受损，分别代表日龄的低和高，可作为判断成蝇日龄的参考。

4.17.4 丽蝇属 *Calliphora*

成虫体长 6.0～14.0 mm，胸黑色，腹部青蓝，少数体带紫棕色，略具粉被，微现斑纹，毛黑。眼裸；中颜脊不发达；雄额宽度因种而异，有的相当宽，有的甚狭，甚至两眼相接；颊一般黑色，也有部分或大部红色的（如红头丽蝇 *Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy），颊毛一般亦黑色，下后头下部的毛或多或少淡色；触角芒一般长羽状。中鬃 2＋3，背中鬃 3＋3，翅内鬃 1＋（2～3），肩后鬃 3，腹侧片鬃 2:1；m_{1+2}脉端段角形，r_{4+5}脉基部结节有小鬃；下腋瓣具长的直立纤毛。腹部短卵形，通常仅第 4 背板缘鬃和第 5 背板上的鬃较强大。

主要分布在全北区，以及东洋区、澳洲区的部分地区；非洲区、新热带区种类极少，个别种亦分布于亚南极岛屿。

幼虫尸食性，也有滋生在人粪中的（如乌拉尔丽蝇 *Calliphora uralensis* Vill.）。从法医学角度来说，本属是温带地区尸体上区系演替中最重要的蝇类。原来大概是多树木农村的主要生态成员，喜遮阴的条件。它们通常在黑暗中不飞翔，因此，夜间或清晨尸体上发现的卵粒大概是前一天产的，在凉爽的条件下可能还要早些。然而，Green（1951）注意到在屠宰场，它们夜间可飞翔和产卵，而绿蝇属 *Lucilia* 显然不会。极端的温度也影响飞行活动，但即使冬天，个别成虫会出现在晴朗的日子，这些个体能否交配或产卵则未证实。红头丽蝇 *C. vicina* Robineau-Desvoidy 可在 15℃下完成发育，在明显低于 12℃时飞行停止（Nuorteva 1977）。

在英国,在秋、春之间无新的一代产生,许多秋天的成虫甚至不交配。然而,它们可以在适当的隐蔽处如外屋越冬,一连温暖晴好的天气即可飞出。主要以预蛹越冬,3~4月化蛹,最低土温一超过5℃立即羽化(Wardle 1927)。

本属成虫在24℃(75℉)下羽化后4~5 d开始产卵。Nielsen et al.(1946)发现在4℃以下,本属卵不孵化,但在6~7℃卵可孵化,幼虫也可生长发育。产卵于尸体上可发生于2 d内,常常是在若干小时内;在合适条件下(季节和位置),差不多立即产在刚死亡的尸体上。假若找不到子代合适的食物,卵粒可保留在雌蝇体内,最后产下活的1龄幼虫。卵白色,近香蕉形,长约1.7 mm,产在自然孔口和皮肤缝隙中。一孵化,小幼虫立即试图通过自然或非自然开口(如伤口)穿入组织。幼虫充分成长,大量离开尸体,寻找合适的化蛹场所,通常在5~8 cm表土中化蛹,离尸体可远达610 cm。

在欧洲,本属种类通常首先(或与绿蝇属 *Lucilia* 种类一起)到达尸体。但在美国,是在绿蝇属 *Lucilia* 和金蝇族的 *Cochliomyia* 属之后,在麻蝇属 *Sarcophaga* 之前,可与丽蝇族的 *Cynomyopsis* 属一起到达尸体(Hall 1948, Rodriguez et al. 1983)。

4.17.4.1 红头丽蝇 *Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy

成虫体长6.5~13.0 mm,雌性略长。眼裸。

雄蝇额宽率为0.08,额最狭处的间额略等于1侧额。颊呈橙色或红棕色,覆有金色粉被,与鬃角和颜堤几同色,与颊后半的灰黑色部分则常有较截然的分界,有很少数个体颊色较暗,颊毛黑色。触角第3节长为第2节的4.5~5倍,芒长羽状,较反吐丽蝇 *Calliphora vomitoria* 为稀。胸底色黑,粉被强,前盾在前中鬃列与前背中鬃列间有很狭的黑纵条。中鬃3+3(少数个体中第1个前中鬃微弱或缺如),背中鬃3+3,翅内鬃1+3,翅前鬃1,翅上鬃3,肩鬃4,肩后鬃3,小盾缘鬃4对,腹侧片鬃2:1。翅透明,在r-m横脉处无暗晕,前缘基鳞黄至褐色,前缘脉第3段长于第5段,上腋瓣淡褐、下腋瓣褐色,上面有多数黑色立纤毛;平衡棒棕色。足黑。第2~4各腹板基本轮廓近于方形,第5腹板常形,第9背板侧面观时前腹角不像反吐丽蝇那样向下方突出,第9腹板后臂向内弯曲,侧尾叶略呈板状。

雌蝇额宽率0.39;第2~4各腹板常略呈圆形;第5腹板卵形,大型刚毛略稀;第6背板较反吐丽蝇为狭,后侧角约120°;第7背板正中后方骨化,侧缘的前段向内收敛;第8腹板细长,骨化部分呈倒棍棒状,后端弧形。

卵和幼虫的形态参阅图4-65。

国外分布于蒙古、朝鲜半岛、日本、原苏联、印度、巴基斯坦、澳大利亚、新西兰,欧洲一些国家及北非、北美。国内已知分布于黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、河北、北京、天津、山西、河南、陕西、宁夏、甘肃、青海、新疆、山东、江苏、上海、江西、湖北、湖南、四川、贵州、云南、西藏。

成蝇常见于垃圾、尸体、腐肉及粪便上,幼虫主要尸食性,滋生在动物尸体上,较少在粪便中。生活史短于反吐丽蝇,主要是预蛹期较短。

Introna et al.(1991)报道,在美国马里兰州春季(温度范围8~32℃)红头丽蝇卵期最短24 h,最长64 h(平均温度为16℃时,平均36 h);幼虫期最短8 d,最长10 d(平均温度为19℃时,平均9 d);蛹期最短10 d,最长15 d(平均温度为16℃时,平均13 d)。幼期合计,最短22 d,最长25 d。

Greenberg(1991)在恒温下试验结果如表4-18、表4-19及图4-66。

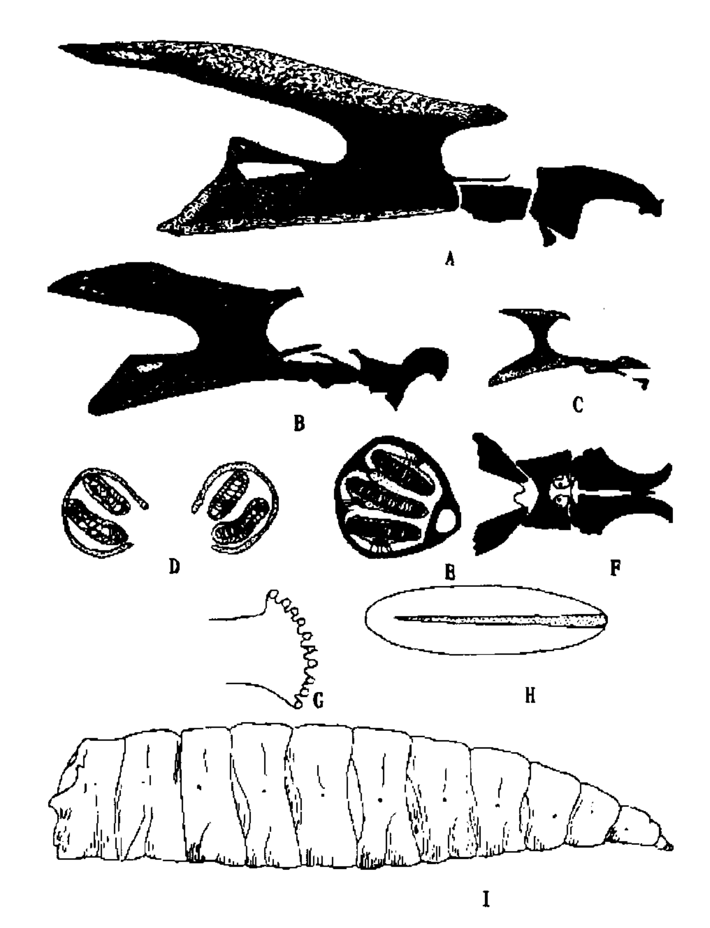


图4-65 红头丽蝇 *Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy 卵和幼虫 (仿 Smith 1986)
A.3龄幼虫口咽器侧面观 B.2龄幼虫口咽器侧面观 C.1龄幼虫口咽器侧面观 D.2龄幼虫后气门 E.3龄幼虫后气门 F.3龄幼虫口咽器腹面观 G.3龄幼虫前气门 H.卵 I.3龄幼虫侧面观

表4-18 红头丽蝇 *Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy 各发育阶段平均最短历期

(Greenberg 1991,经核算修正)

阶段	10℃		12.5℃		19℃		25℃	
	时间(h)	%	时间(h)	%	时间(h)	%	时间(h)	%
卵	88	5.3	38	3.6	19	3.3	14	3.0
1龄	1~3龄 224	1~3龄 13.6	49	4.6	22	3.8	18	3.9
2龄			58	5.4	23	4.0	19	4.1
3龄			65	6.1	65	11.2	26	5.7
不再取食的3龄	355	21.6	199	18.6	118	20.2	122	26.5
蛹	980	59.5	660	61.7	336	57.6	261	56.7

Reiter(1984)对红头丽蝇的生长发育,作了详尽的实验研究,得出了如下结论:在较低温度下,卵期延长,幼虫生长较缓慢;较高温度下,幼虫达到最大体长较早;最大体长平均值随温度上升而下降;各温度条件下,幼虫达到最大体长后均缩短,在较高温度下,长度下降更快;恒温超过 30℃,导致幼虫成为"矮小型",不能化蛹,最终死亡;幼虫生长高峰后约 16℃恒温会阻碍化蛹,只有提高温度才能继续变态。

为便于查明日龄,Reiter 将实验结果绘制成图(图 4-67)。若温度变动不大,可根据蛆虫或蛹的长度,从图上直接读出日龄;若温度变动大,可在最高和最低温度间得出时间范围。

表 4-19 红头丽蝇 *Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy 自卵发育至成虫所需累计时度(ADH)

(Greenberg 1991)

恒温(℃)	重复(次)	$\bar{x}$ ± SE
10	2	16 765 ± 50
12.5	2	13 291 ± 120
19	3	10 687 ± 256
22	3	9 805 ± 204
25	1	11 725 ± …

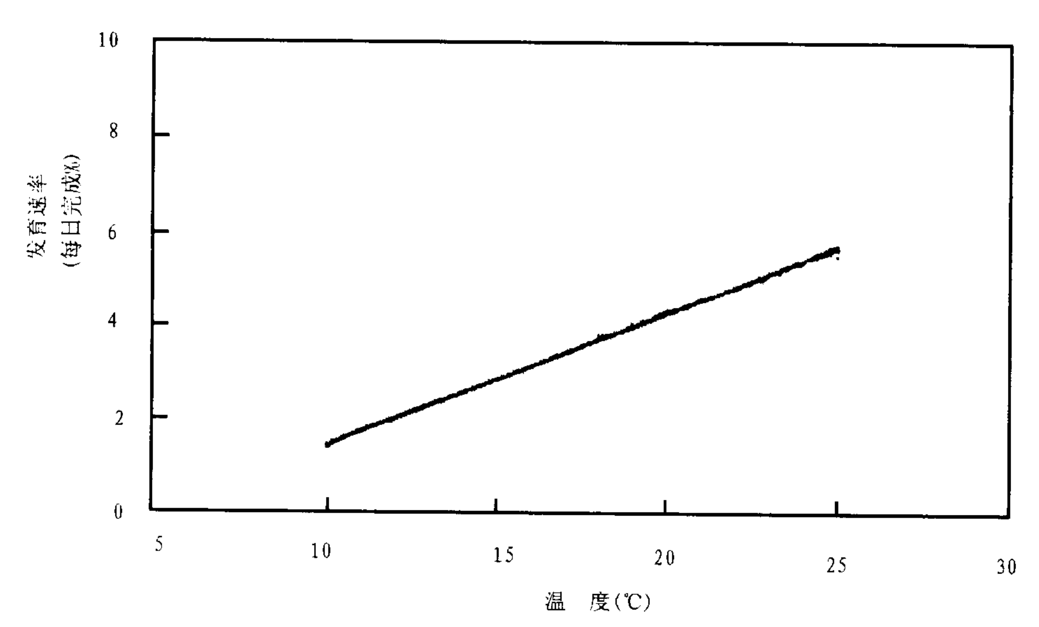


图 4-66 红头丽蝇 *Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy 自产卵至羽化发育速率与温度的关系

(仿 Greenberg 1991)

$r = 0.98018$ $r^2 = 0.96075$ P = < 0.001 发育速率(每日完成%) = − 1.50747 + (0.29902 × T)

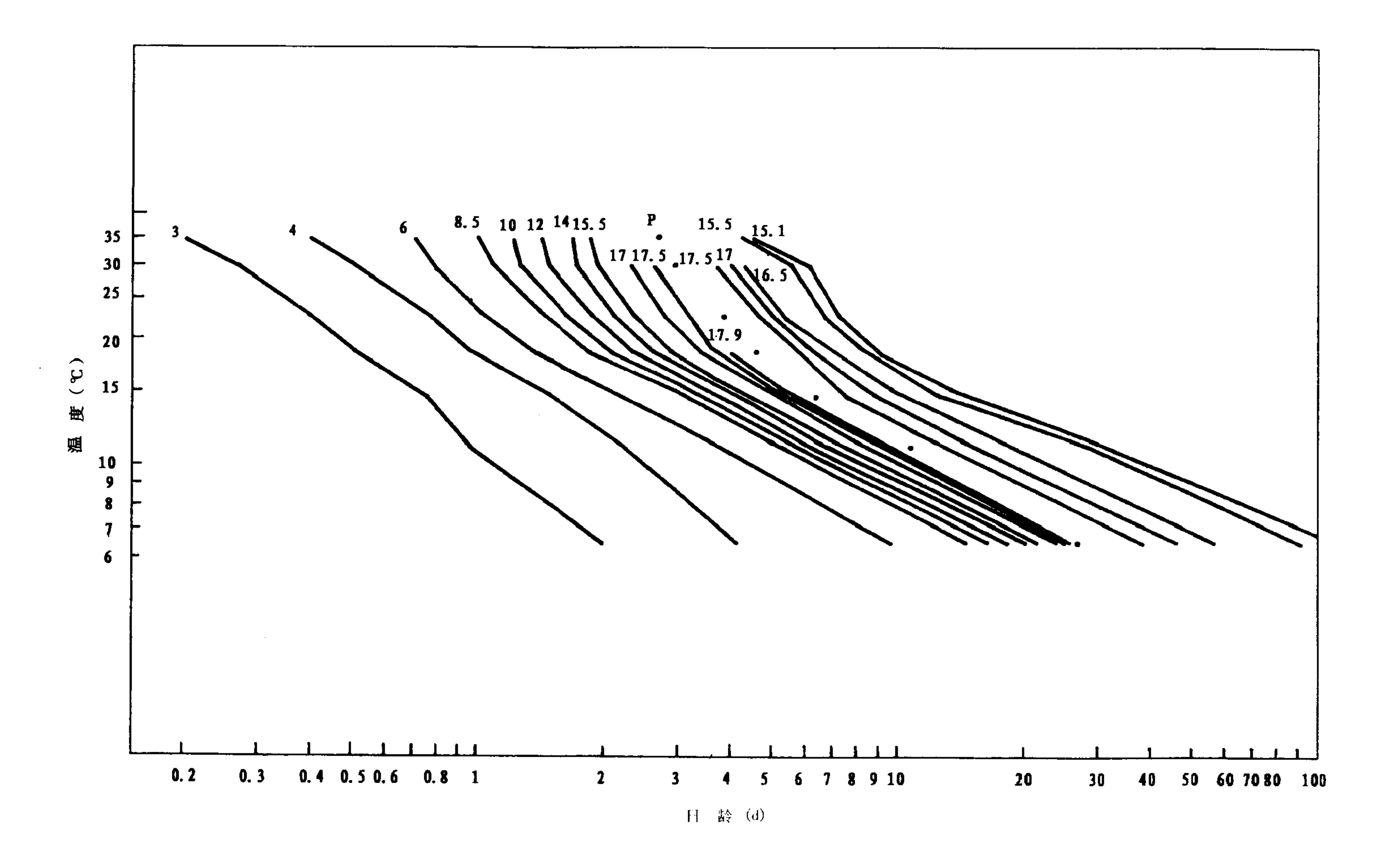


图 4-67 红头丽蝇 *Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy 幼虫(蛹)体长—温度—日龄三者关系图 (仿 Reiter 1984)

图中数字均指体长,单位：mm；P以前指幼虫,以后指蛹。

蛆虫不再取食后,体长缩短,此时根据体长判断日龄颇有困难,而嗉囊长度很有参考价值(图 4-68)。

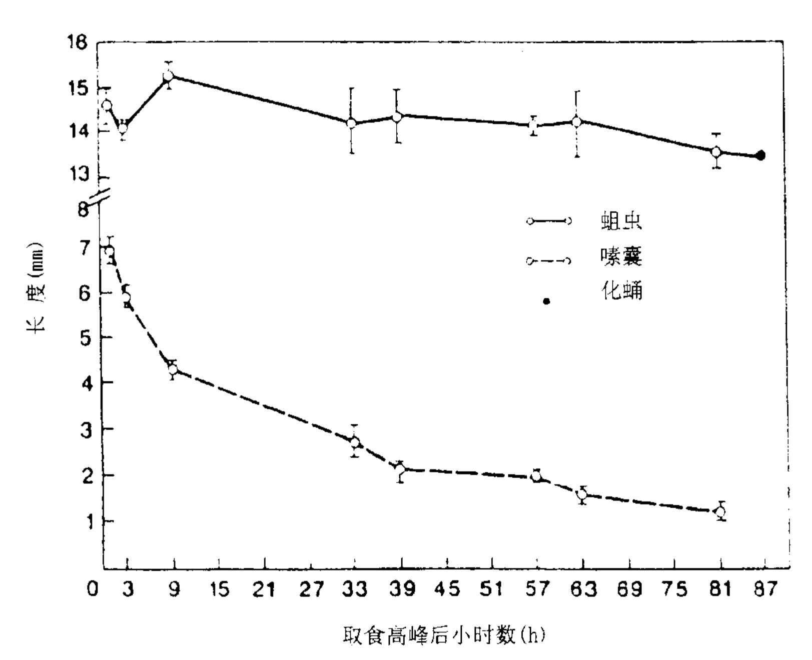


图 4-68 22℃下取食高峰后红头丽蝇 *Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy 幼虫体长及嗉囊长度的变化
(仿 Greenberg 1991)

4.17.4.2 反吐丽蝇 *Calliphora vomitoria* (Linnaeus)

雄蝇体长 9.0~13.0 mm,平均 11.3 mm。复眼裸,额宽率 0.042,侧额极狭,约为额宽的 1/2,间额在最狭处仅留 1 缝。触角第 3 节长约为第 2 节的 3.6~4 倍,触角芒裸端约占芒长的 2/7,上、下侧纤毛均长,下侧为单列,上侧为双列,在基部 1/4 长度内尤密。颊深灰黑色,有粉被,生黑色毛,未见有生棕色毛的。后头下部有发达的淡黄色毛。胸部底色黑,具粉被,前盾片有暗纵条,中央 2 条较宽,小盾片背面观宽阔,在后端有时微带棕色。前气门灰棕色或黄褐,不呈橙色。中鬃 2+3,少数 3+3 或其他,背中鬃 3+3,翅内鬃 1+2,肩后鬃 3,小盾缘鬃大多为 4 对,腹侧片鬃 2:1。翅透明,翅基和翅前缘有很淡的暗色。足黑色。腹部绿青、深青或深蓝等色,稍倾向于青蓝色,具很淡的白色粉被。第 3、4 两腹板的基本轮廓是圆形的,第 5 腹节背板无缝合痕,第 5 腹板常形,第 9 背板侧面观时前腹角略向下方突出。

雌蝇体长 12.2 mm 左右。额宽率 0.38。第 3、4 两腹板呈略带长方形的长圆形;第 5 腹板卵形,大型刚毛较红头丽蝇为多;第 6 背板阔,后侧角 140° 左右。

幼虫与红头丽蝇的主要区别在于:本种 1 龄幼虫第 2、3 腹节无后缘棘带;2 龄幼虫第 7 腹节后缘棘带虽完整,但极狭;3 龄幼虫第 5、6 腹节背方无后缘棘带。

国外分布于朝鲜、日本、原苏联、印度北部、阿富汗,欧洲,加那利群岛,新北区。国内除海南省外,各省、市、自治区均已有报道。

幼虫滋生于动物尸体、垃圾、人粪或畜粪中,成蝇常见于林间和山上房舍、旅馆周围的垃圾堆上。农村条件下,可在人尸上发现。

据 Kamal(1958)报告,在 26.67℃(80℉)和 50% 相对湿度条件下,卵期 23~29 h,平均

26 h;1 龄幼虫期 20 ~ 38 h,平均 24 h;2 龄 43 ~ 54 h,平均 48 h;3 龄 48 ~ 96 h,平均 60 h;预蛹期 240 ~ 504 h,平均 360 h;蛹期 11 ~ 18 d,平均 14 d;全幼期 21 ~ 27 d,平均 23 d。

4.17.4.3 宽丽蝇 *Calliphora nigribarbis* Vollenhoven

成虫体长 9.0 ~ 13.0 mm。

雄蝇眼有疏短微毛,几乎裸,额宽为前单眼的 1.2 ~ 1.7 倍,又为头宽的 0.04 倍强,仅内顶鬃发达,侧后顶鬃通常为 2 或 2 根以上,少数每侧仅 1 根,无上眶鬃,下眶鬃 11 ~ 14。触角第 3 节长为宽的 3 倍强,又为第 2 节的 3.7 ~ 3.8 倍。胸黑,有灰色薄粉被,肩胛及前盾前缘粉被灰白,稍露狭的暗亚中条和黑肩后条。中胸气门呈较鲜明的橙色,后胸气门深褐色。腹部第 1、2 合背板亮黑,其余各背板暗青色,有时带紫色光泽,有可变色的灰白粉被,向后去渐薄。

雌蝇额宽约为头宽的 0.41 倍,内外顶鬃均发达。触角第 3 节长约为宽的 3 倍弱,又约为第 2 节长的 4 倍强。

国外分布于朝鲜半岛、日本、俄罗斯。国内已知分布于黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、河北、陕西、台湾、四川、西藏。

成蝇可被人粪及死动物所诱致,也访花。幼虫滋生于人粪和动物尸体中,旧式厕所最适合其滋生。在日本本州、四国、九州的低平地区,成蝇在春、秋两季出现,在北海道及本州、四国、九州的高山,则在夏季出现,在奄美及琉球则仅见于冬季。在我国辽宁省为住区型兼半住区型种类,分布广,密度一般不高,在山峰上部密度较大(薛万琦 1983, 范滋德 1992)。

4.17.4.4 天山丽蝇 *Calliphora tianshanica* Rohdendorf

成虫体长 6.0 ~ 8.0 mm。

雄蝇额宽为前单眼宽的 2 倍,间额黑色,与侧额等宽,后者及侧颜大部底色黑,头前面覆有灰黄粉被;触角第 2 节暗棕色,第 3 节红棕色,第 3 节长为第 2 节的 3.7 倍,芒黑色、长羽状;下颚须橙色。胸盾片金属青黑色,有带白色的薄粉被,前中鬃列间有黑纵条;小盾与盾片同色而稍带棕色;前气门微带暗红棕色,后气门灰黑。翅淡灰色透明,r - m 横脉有暗晕,前缘基鳞黑,亚前缘骨片灰土黄色,无小刚毛。腹金属青色,覆有疏薄白粉被,但前腹各背板后缘及后腹无粉被;侧尾叶侧面观基部宽而端部瘦,但末端不尖。

雌蝇额宽为头宽的 1/3 强,外顶鬃及上眶鬃均发达,而后者较细;间额前方和触角浓橙红色。

国外分布于吉尔吉斯;国内已知分布于新疆。

成蝇可在山地森林带动物尸体上采得。

4.17.4.5 乌拉尔丽蝇 *Calliphora uralensis* Villeneuve

成虫体长 9.0 ~ 13.0 mm。颊的前方一半或小部分带红棕色;触角第 3 节长约为第 2 节的 3 倍左右;前缘基鳞大部分黑色;第 4 背板体毛生长较密,前后缘间正中约有小毛 10 ~ 14 行。

3 龄幼虫与红头丽蝇的近似,惟第 8 腹节后表面靠近各锥形后突起的该节上面、侧面和

下面都光亮、平滑无小棘,而在红头丽蝇 3 龄幼虫这些部位都覆有微小的棘(Штакельберг 1956)。

国外分布于蒙古、原苏联全境、欧洲中部和北部、格陵兰。国内已知分布于内蒙古、河北、甘肃、青海、新疆、四川、西藏。

幼虫食物范围广泛,在厕所和污水坑中最为常见,在腐肉上似不兴旺。成蝇亦食粪,有时飞入屋内。

此外,Dear(1981)报告,用腐肉可诱致较多 *Calliphora alpina* Zetterstedt。

4.17.5 原伏蝇属 *Protophormia*

雄额狭,侧颜狭,上部具微而疏的毛;额角不很突出;雌眼远离。胸部背面在中胸盾片中央显然扁平,前气门暗色;中鬃明显的最多仅为 1+1(前中鬃常缺如或退化,后中鬃弱);前背中鬃 2,后背中鬃 4~6,通常为 5;前翅内鬃存在;腹侧片鬃 2:1;前缘基鳞黑色;亚前缘骨片亦呈暗色,整个长度内都具长的小刚毛,翅后坡具多数长毛,腋瓣上肋前、后刚毛簇都存在;上腋瓣圆,翅收合时,在其上面具黑色纤毛;下腋瓣大而呈卵形,无毛。体躯背侧粉被缺如。雄肛尾叶整个后表面被有小毛。下阳体腹突长而具扩展的膜质的末端,上具多数小棘。

分布于全北区。

幼虫滋生于腐败动物质中,可在驯鹿、牛、羊创口寄生。

4.17.5.1 新陆原伏蝇 *Protophormia terraenovae* (Robineau-Desvoidy)

成虫体长 6.5~12.5 mm。

雄蝇额宽约为单眼三角宽的 2 倍;间额暗棕色,约为 1 侧额宽的 4 倍;侧额、侧颜黑具灰白粉被;下眶鬃 14,在外方具小毛;新月片亮黑色;触角除第 2 节部分为红色外,余均黑,触角第 3 节长约为第 2 节的 2 倍,芒黑色、羽状;颊亮黑,眼高约为颊高的 3 倍;下颚须橘红色。胸暗蓝带紫,有金属光泽,中胸盾片中央扁平且常有 1 个很浅的圆形凹陷,翅后胛特别黑,前中鬃缺如或退化,后中鬃 1、弱,背中鬃 2+(4~6),翅内鬃 1+2,肩后鬃 1:1,前胸侧板中央凹

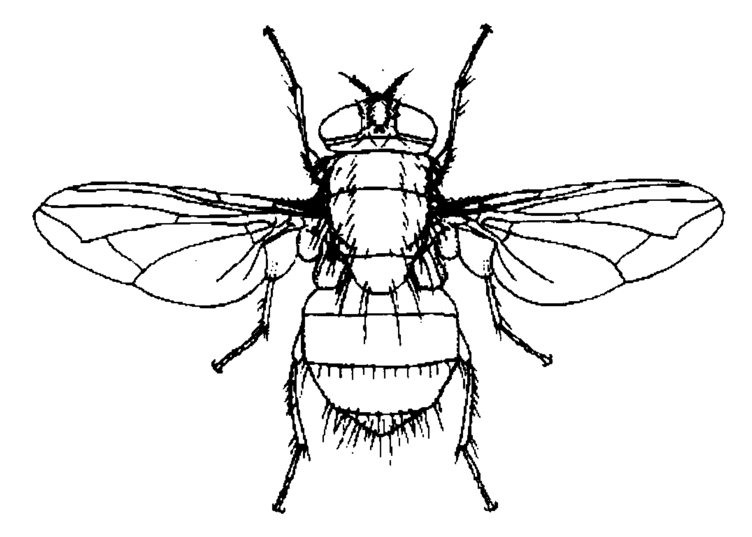


图 4-69 新陆原伏蝇 *Protophormia terraenovae* (Robineau-Desvoidy)雌成虫 (仿范滋德等 1992)

陷及前胸基腹片具毛，前气门暗，腹侧片鬃 2:1。翅基棕而透明，前缘基鳞黑，亚前缘骨片暗棕色，具黑色小毛；腋瓣上肋前、后刚毛簇存在，上腋瓣在翅收合时，在其上面外方具黑毛，腋瓣棕色，下腋瓣缘很暗。足黑。腹部具金属光泽的暗蓝或紫黑色。

雌蝇额大于1眼宽，侧颜约为触角第3节宽的1.67倍，颊高约为眼高的1/2(图4-69)。幼虫形态参阅图4-70。

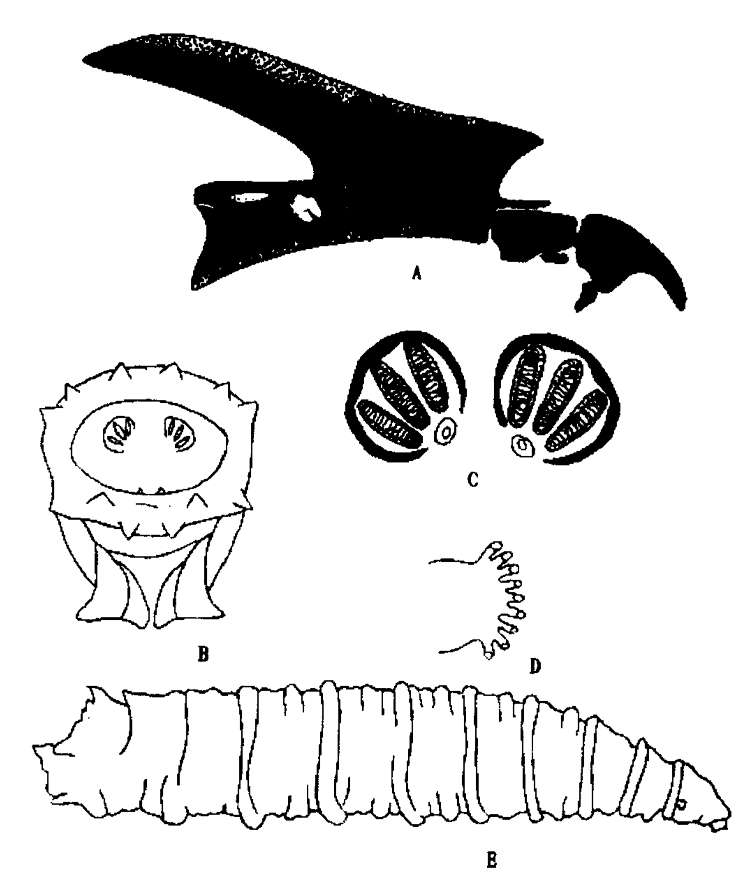


图4-70 新陆原伏蝇 *Protophormia terraenovae* (Robineau-Desvoidy)3龄幼虫 (仿 Smith 1986)
A.口咽器侧面观 B.体末节后面观 C.后气门 D.前气门 E.整体侧面观

国外分布于日本、蒙古、俄罗斯，欧洲，北美。在较凉爽地区很常见，在北美，比伏蝇 *Phormia regina* 更常见，特别是在高海拔地方的夏天。国内已知分布于黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、河北、北京、天津、山西、河南、陕西、宁夏、甘肃、青海、新疆、山东、江苏、上海、四川、西藏。

幼虫滋生于尸体或腐肉上，屠宰场院子内常见。幼虫能产生一种抗生物质有利于伤口治疗(Pavillard et al. 1957)。Busvine(1980)注意到，此种与其他丽蝇不同，常化蛹于饲料的表面，除非太湿或光线过于明亮。

Kamal(1958)报告，在26.67℃(80℉)和50%相对湿度条件下，新陆原伏蝇卵期12~23 h，平均15 h；1龄幼虫期12~30 h，平均17 h；2龄幼虫期9~20 h，平均11 h；3龄幼虫期20~60 h，平均34 h；预蛹期38~160 h，平均80 h；蛹期4~10 d，平均6 d。

Nuorteva(1977)报告,匈牙利 F. Mihályi 经手解决的一起案件中,新陆原伏蝇卵历期(14~16 h)具有重要的意义;在芬兰的一起谋杀案中,根据此蝇发育速率的推算,对破案亦起了重要的作用。

4.17.6 伏蝇属 *Phormia*

中等大小。眼裸;雄外顶鬃及上眶鬃缺如,额狭,在前方变宽;雌额宽,两侧缘平行。雌雄下眶鬃相当密,颊高约为眼高的 1/3。触角芒羽状,纤毛几达末端。侧面观后头上部凹入,下部圆。中胸背板中部凸起,不平;前胸基腹片和前胸侧板中央凹陷具毛,中鬃和背中鬃细弱,仅约为周围短毛的 2 倍长;前中鬃 3~4,后中鬃 2,后背中鬃 4~5,翅内鬃 1+2,肩后鬃 1~2,腹侧片鬃(1~2):1。前气门淡橙色。翅前缘基鳞及亚前缘骨片均黄色,后者具少数短小的小刚毛;在翅收合时,上腋瓣上面外方具白色纤毛;下腋瓣大型,端部圆,裸。前足股节无前腹鬃列。雄肛尾叶后表面端部无小毛,下阳体腹突呈宽阔的瓣状,部分地密生小棘。

分布于全北区、墨西哥及夏威夷。

幼虫通常滋生于动物尸体内、屠宰场废料中,亦引起羊蛆症或人的外伤性皮蛆症,通常不侵害健康组织。曾有利用其幼虫来作外科创伤处理的报道。

4.17.6.1 伏蝇 *Phormia regina* (Meigen)

成虫体长 7.0~10.0 mm。

雄蝇眼裸,头前面黑色,整个颜面扁平,间额最窄处似线,下眶鬃 11~12 对,下侧颜棕黑色,侧颜几乎与触角第 3 节等宽;触角第 2 节端部和第 3 节基部黄色,其余棕褐色,触角第 3 节长为第 2 节的 2 倍强,触角芒黑色、长羽状,纤毛几达末端,触角芒基半明显比端半粗大;眼高为颊高的 3.5 倍;下颚须黄色、扁平;前颏亮黑,长为高的 2 倍强。胸背蓝绿色,具金属光泽,无色条,小盾片端部棕色;中鬃 3+4,背中鬃 4+5,翅内鬃 1+2,肩后鬃 2,腹侧片鬃1:1,小盾心鬃和端鬃各 1 对;前胸侧板中央凹陷和前胸基腹片具毛,前胸基腹片褐色;前气门黄色。翅茶褐色,前缘基鳞及亚前缘骨片均黄色,后者具少数短小刚毛,前缘脉第 3 段长约为第 5 段的 2 倍,m_{1+2}脉末段在心角后略呈弧形。足黑色。腹部蓝绿色,具金属光泽,无色带色条。

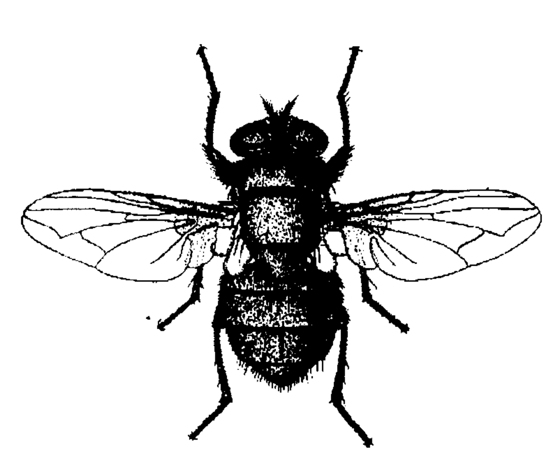


图 4-71 伏蝇 *Phormia regina* (Meigen)雌成虫
(仿范滋德等 1992)

雌蝇额宽为头宽的 1/3,下眶鬃 11,前倾上眶鬃 2,侧颜略宽于触角第 3 节的宽度,眼高为颊高的 3 倍,触角第 3 节长为第 2 节的 3 倍,前颏长为高的 2.5 倍。中鬃 3+3,背中鬃 3+4,肩后鬃 1:2,沟前鬃存在,前胸基腹片色深,前气门上半黑色,下半渐黄(图 4-71)。

幼虫形态可参阅图 4-72。

国外分布于朝鲜半岛、日本、蒙古、原苏联、美国、墨西哥、夏威夷群岛及欧洲。国内已知

分布于黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、河北、北京、天津、河南、陕西、宁夏、甘肃、新疆、山东、江苏、上海。

伏蝇是著名的动物尸体取食者。卵成块，幼虫大量地在尸体上取食。Denno et al.(1975)发现本种优先选择较大尸体而到达较迟。发育很快，James(1947)报告，在美国自卵至成虫需时 10~25 d。Kamal(1958)研究结果，26.67℃(80℉)和 50%相对湿度条件下，卵期16 h，1 龄幼虫期 18 h，2 龄幼虫期 11 h，3 龄幼虫期 36 h，预蛹期 84 h，蛹期 6 d。James 指出凉爽一些的天气有利于它的生长发育，在美国南方诸州，热天成虫很少，但整个冬季在室外均可找到。

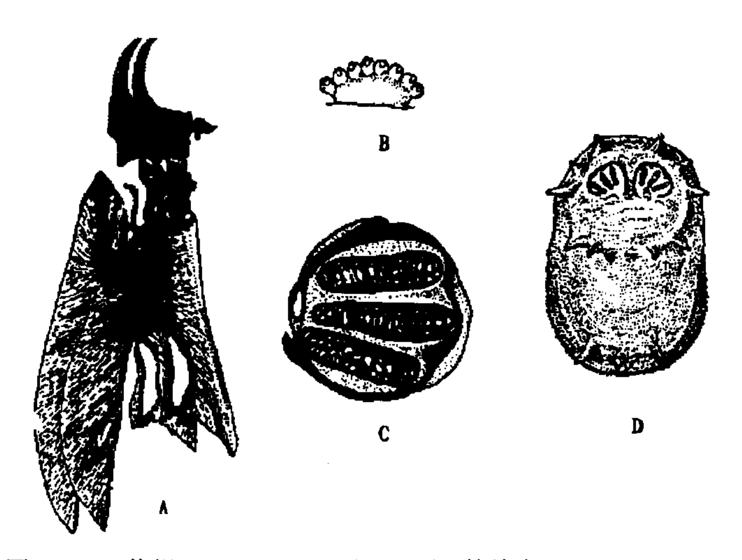


图 4-72 伏蝇 *Phormia regina* (Meigen)3 龄幼虫 (仿 Зимин 1948)

A.口咽器 B.前气门 C.后气门 D.第 8 腹节后面观

表 4-20 伏蝇 *Phormia regina* (Meigen)各发育阶段平均最短历期 (Greenberg 1991，经核算修正)

阶段	22℃		29℃	
	时间(h)	%	时间(h)	%
卵	20	5.9	18	6.5
1 龄	25	7.4	12	4.3
2 龄	25	7.4	15	5.4
3 龄	25	7.4	25	9.0
不再取食的 3 龄	125	37.2	110	39.4
蛹	116.5	34.6	99	35.5

Introna et al.(1991)报道，在美国马里兰州春季(温度范围 8~32℃)伏蝇卵期最短 20 h，最长 50 h(平均温度为 21℃时，平均 36 h)；幼虫期最短 8 d，最长 16 d(平均为 21℃时，平均 10

d);蛹期最短 10 d,最长 20 d(平均为 19℃时,平均 15 d);幼期合计 20～32 d。夏季(温度范围 11～37℃)卵期最短 16 h,最长 90 h(平均温度为 27℃时,平均 24 h);幼虫期最短 3 d,最长 9 d(平均为 27℃时,平均 6 d);蛹期最短 4 d,最长 7 d(平均为 25℃时,平均 6 d);幼期合计 13～15 d。

Greenberg(1991)的研究结果见表 4－20、表 4－21 及图 4－73。

表 4－21 伏蝇 *Phormia regina* (Meigen)自卵发育至成虫所需累计时度(ADH) (Greenberg 1991)

恒温(℃)	重复(次)	$\bar{x}$ ± SE
19	1	7 201 ± …
22	4	7 565 ± 282
29	5	7 648 ± 396
35	4	8 526 ± 399

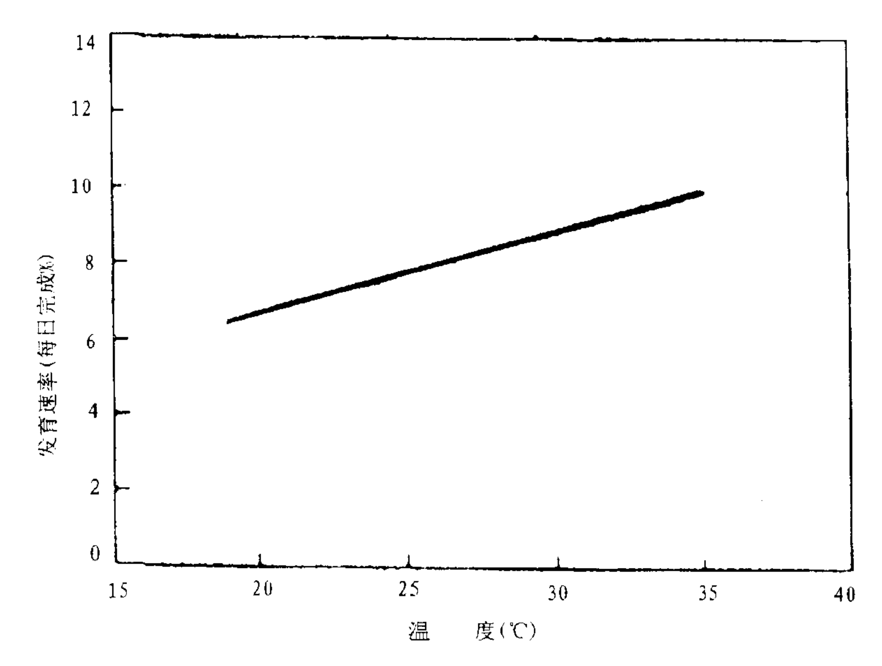


图 4－73 伏蝇 *Phormia regina* (Meigen)自卵产下至羽化发育速率与温度的关系 (仿 Greenberg 1991)

r = 0.93516 r^2 = 0.87453 P = < 0.001 发育速率(每日完成%) = 2.45025 + (0.21315 × T)

伏蝇 3 龄幼虫体长及嗉囊长度变化见图 4－74,可供幼虫日龄推断时参考。此外,Greenberg(1991)还报道了伏蝇蛹形态随时间的变化,包括复眼色泽变化、呼吸角外翻进程等,详见表 4－22、表 4－23,图 4－75 及图 4－76。这些对蛹日龄推断都很有参考价值。

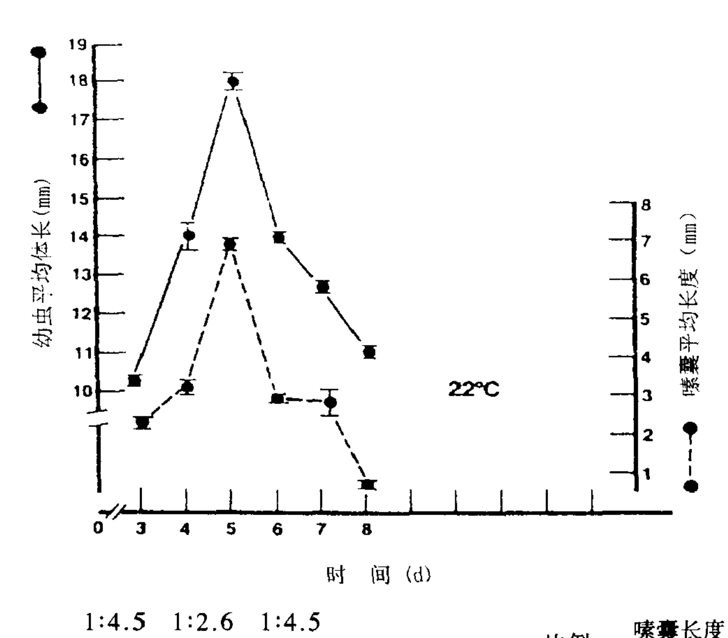


图 4-74 22℃下伏蝇 *Phormia regina*（Meigen）3 龄幼虫体长及嗉囊长度的变化 （仿 Greenberg 1991）

表 4-22 伏蝇 *Phormia regina*（Meigen）蛹随时间的变化 （仿 Greenberg 1991）

变化	最初出现距化蛹后小时数(h)	
	22℃	29℃
预蛹	0	0
隐头蛹	9	7
显头蛹	23.5	16
附肢包上薄膜	42	25
隐成虫整个包在膜中	52	28
腹分节	60	30
复眼后部变黄色	81	47
全眼变黄色	88	52
头胸部刚毛变棕色	120	70
腹部刚毛变棕色	134	77
羽化	149	90

表 4-23 伏蝇 *Phormia regina* (Meigen)隐成虫复眼色泽变化 (Greenberg 1991)

时间(h)	颜色代码(Kueppers 1982)	
	22℃	29℃
52	—	$B_{00}Y_{60}M_{10}$
58	—	$B_{00}Y_{80}M_{20}$
59	—	$B_{00}Y_{80}M_{20}$
60	—	$B_{00}Y_{80}M_{40}$
62	—	$B_{00}Y_{90}M_{40}$
65	—	$B_{00}Y_{99}M_{50}$
72	—	$B_{00}Y_{99}M_{50}$
78	—	$B_{10}Y_{90}M_{50}$
88	$B_{00}Y_{70}M_{10}$	$B_{50}Y_{90}M_{60}$
93	未观察	$B_{60}Y_{60}M_{50}$
96	$B_{00}Y_{80}M_{30}$	$B_{60}Y_{99}M_{60}$,羽化
98	$B_{00}Y_{80}M_{30}$	
99	$B_{00}Y_{80}M_{30}$	
102	$B_{00}Y_{80}M_{30}$	
108	$B_{00}Y_{90}M_{50}$	
116.5	$B_{00}Y_{99}M_{50}$	
120	$B_{50}Y_{60}M_{60}$	
132	$B_{50}Y_{90}M_{60}$	
134	$B_{60}Y_{99}M_{60}$	
140	$B_{60}Y_{99}M_{60}$	
144	$B_{60}Y_{99}M_{70}$	
156	$B_{60}Y_{99}M_{70}$	
168	$B_{70}Y_{80}M_{50}$	

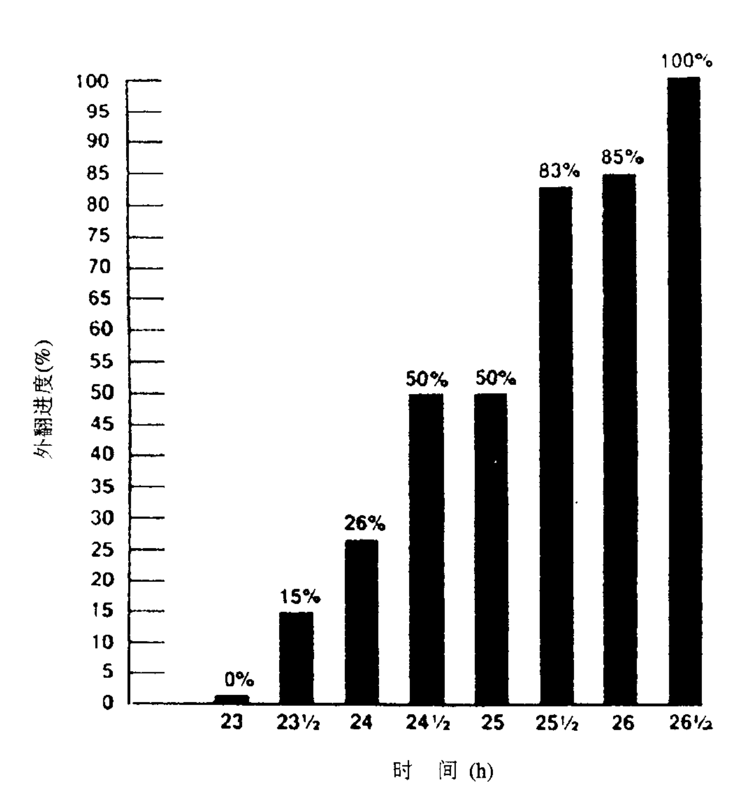


图 4-75　22℃下伏蝇 *Phormia regina* (Meigen)蛹呼吸角外翻进度　(仿 Greenberg　1991)

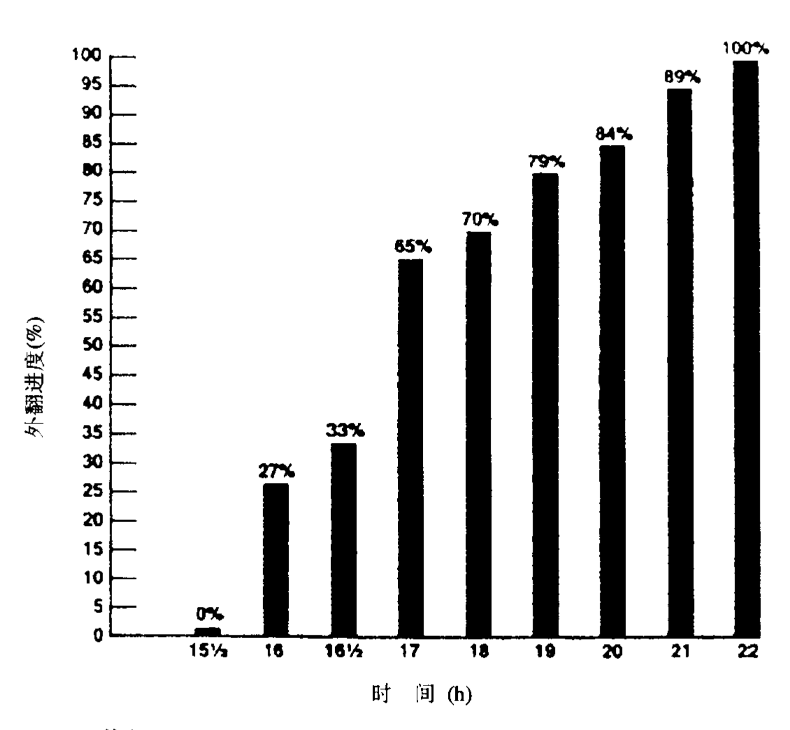


图 4-76　29℃下伏蝇 *Phormia regina* (Meigen)蛹呼吸角外翻进度　(仿 Greenberg　1991)

Greenberg (1991)又曾将刚羽化的伏蝇成虫置于 22℃，光照与黑暗比为 L:D = 12:12 的

$1m^3$ 大小的笼中，供以蔗糖和水，每日解剖5头并将脂肪体自腹部取出计数，结果如表4-24。开始时脂肪体数大约为5 500，逐日明显下降，至第4天，降为600左右。48 h时，5雌5雄解剖结果，性别间无明显差异。脂肪体平均大小亦下降，但不如数量下降明显。显示成虫脂肪体数量可作为推断成虫日龄的一个指标。

表4-24 伏蝇 *Phormia regina* (Meigen)成虫脂肪体的数量和大小 (Greenberg 1991)

羽化后小时数(h)	数量±SD	大小(μm)±SD
0	5 549±696	98.5±35
24	4 365±372	…
48	2 194±158	74.2±17
72	1 371±211	…
96	641±270	68.5±21

在成人颅骨内塞入1 400 g牛肉，约10 000粒伏蝇卵，在1周之内，每日测定温度若干次，结果如图4-77。在1龄幼虫(<4 mm长)时，升温不明显，但2龄开始十分明显，在3龄达到最大体长以前，竟比环境温度高出18℃。当幼虫不再取食、不再群集时温度很快下降。这种下降在红头丽蝇 *Calliphora vicina*、丝光绿蝇 *Lucilia sericata* 等十分分散的种类中更加明显(Greenberg 1991)。

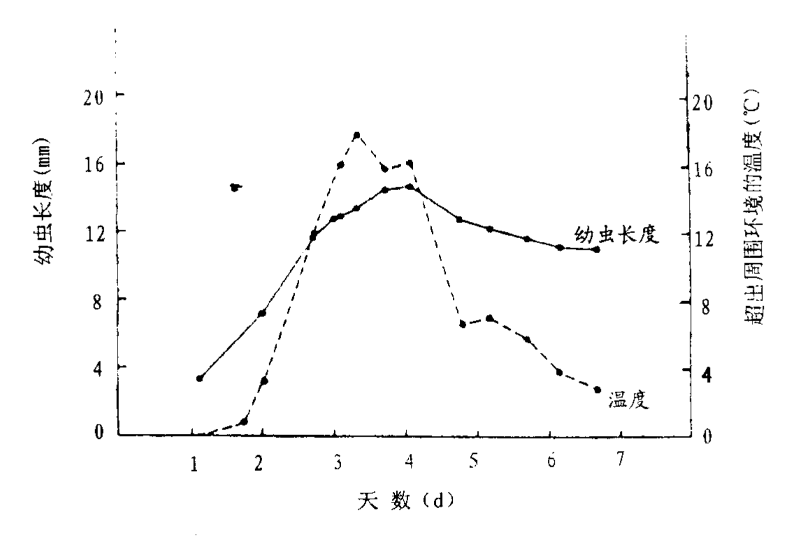


图4-77 伏蝇 *Phormia regina* (Meigen)蛆虫团的产热效应 (仿 Greenberg 1991)

4.17.7 裸金蝇属 *Achoetandrus*

体呈绿色或紫色金属光泽，头略宽于胸，腹短卵形。雄蝇两眼相接近，但不合生；额即使较狭，侧额仍有一定宽度。雌蝇两眼远离，间额约等于或略狭于1侧额的宽度。雄具外顶鬃，雌无外倾上眶鬃。中颜板很狭，陷入很深。髭明显地在口前缘的上方。触角芒长羽状。前胸基腹片、前胸侧板中央凹陷、上侧背片和翅后坡都具毛。中鬃0+1(少数个体为2)，翅内鬃0+1，肩后鬃存在或缺如，翅前鬃1，翅后鬃2，背侧片鬃和内后背中鬃缺如。腹侧片鬃

1:1。在翅收合时,上腋瓣上面外方仅在远心部的表面有纤毛。雄第5腹板基部短,侧叶宽,后缘中央呈弧形凹入,无裂口。雌第5背板后方有1正中纵裂缝。

幼虫具有被成群的短棘围绕着的肉突,肉突末端有成簇小刺。

分布于东洋区、非洲区、澳洲区以及古北区的南缘。

幼虫尸食性,可捕食其他蝇类幼虫。

4.17.7.1 绯颜裸金蝇 *Achoetandrus rufifacies* (Macquart)

成虫体长6.5~10.0 mm。

雄蝇额狭,约为触角第3节宽的1~1.5倍,小眼面均一,侧额下部的内方与外方一样具灰色粉被,侧颜和颊发红,具灰色粉被,侧颜几乎全长都具淡色毛,颜面凹入较深,触角褐色,下颚须橙色。胸部绿色,带金黄色及紫色反光,中鬃0+1,前气门鬃通常1,前侧片鬃3,前气门黄白色或白色,绝不带有灰色或褐色,后胸侧板下方有淡色毛。翅透明,上、下腋瓣黄白色。足黑,各足第2~4各分跗节的长度大于横径。腹部绿色,各背板具宽而明显的暗色缘带,第5腹板后缘呈弧形弯曲,无缺口,肛尾叶细长,其端部变细小,侧尾叶细长。

雌蝇额宽大于头宽的1/4,间额宽为额宽的1/3,呈深褐色,有粉被;第5背板正中缝短,不及该节长的1/2(图4-78)。

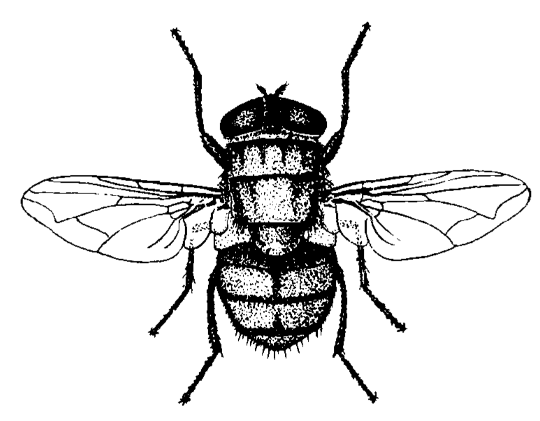


图4-78 绯颜裸金蝇 *Achoetandrus rufifacies* (Macquart)雌成虫 (仿范滋德等 1992)

幼虫形态可参阅图4-79。

国外分布于日本、越南、印度、巴基斯坦、印度尼西亚、关岛、夏威夷、澳大利亚、南美洲等地。国内分布于河南、山东、安徽、江苏、上海、浙江、福建、台湾、江西、广东、广西、海南、四川、贵州、云南。

1龄幼虫尸食性,2~3龄则捕食同一尸体上其他尸食性蝇类的幼虫。甘运兴(1980)曾在华南、华东地区于滋生着大量大头金蝇的动物尸体上采到本种幼虫。在室温30℃左右,与大头金蝇混合饲养的结果,1龄、2龄幼虫期各1 d左右,3龄幼虫3 d后化蛹,蛹期3~5 d。

绯颜裸金蝇发育速率与温度关系如图4-80所示。在恒温下自卵发育至成虫所需累计时度则列如表4-25。

表4-25 绯颜裸金蝇 *Achoetandrus rufifacies* (Macquart)在恒温下自卵发育至成虫所需累计时度(ADH) (Greenberg 1991)

恒温(℃)	重复(次)	$\bar{x}$ ± SE
19	1	8 579 ± …
22	3	8 118 ± 173
29	4	8 865 ± 161

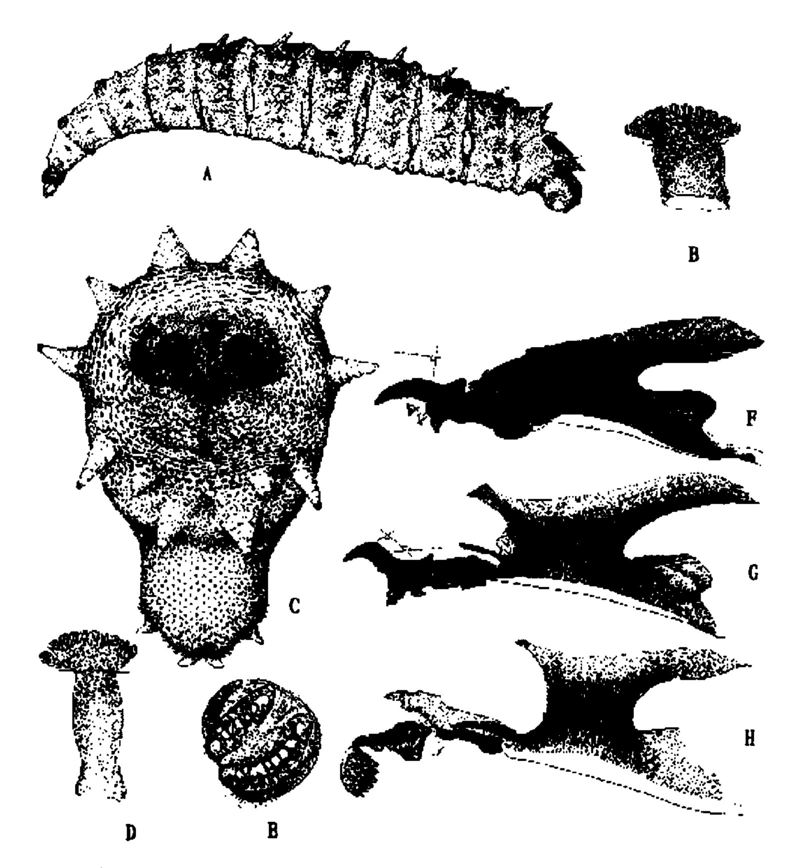


图4-79　绯颜裸金绳 *Achoetandrus rufifacies*（Macquart）幼虫　（仿范滋德等　1997）

A.3龄幼虫侧面观　B.3龄幼虫前气门　C.3龄幼虫第8腹节后面观　D.2龄幼虫前气门　E.2龄幼虫后气门　F.3龄幼虫口咽器　G.2龄幼虫口咽器　H.1龄幼虫口咽器

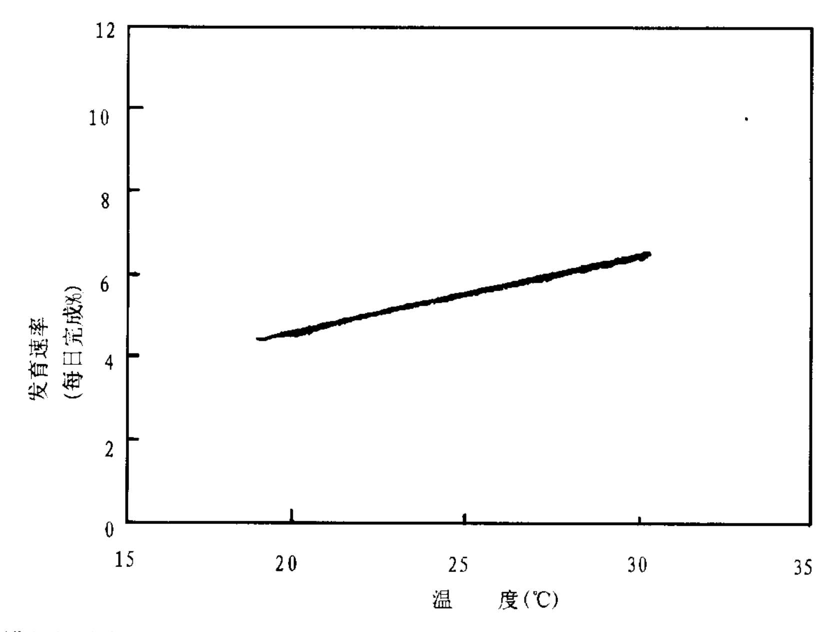


图4-80　绯颜裸金绳 *Achoetandrus rufifacies*（Macquart）发育速率与温度的关系　（仿 Greenberg　1991）

$r=0.96034$　$r^2=0.92226$　P = <0.001　发育速率（每日完成%）= 1.39960 + (0.223828*T*)

4.17.8 金蝇属 *Chrysomya*

体躯肥大圆浑,呈金属铜、绿、青紫等色。头比胸宽,雄眼合生以至离生,雌眼远离。中颜板狭长,陷入程度中等,侧颜上半有毛。颜堤宽,几乎全长都有纤毛,口上片稍突出,髭明显地在口前缘的上方。触角略细,芒在基部略粗,长羽状达于末端,上侧的毛特长。后头凹陷。前胸基腹片、前胸侧板中央凹陷、下侧背片以及翅后坡都具毛。小盾片侧缘下面有毛,中鬃 0+(1~2),后背中鬃5个鬃位,大多仅后方几个发达,内后背中鬃大多存在。背侧片鬃2,翅前鬃大多存在,翅上鬃2,翅后鬃2,前翅内鬃大多缺如。腹侧片鬃 1:1。在翅收合时上腋瓣上面外方在近心部的表面常具纤毛,少数则无毛。前腹部常短而宽,各背板常具明显的暗色后缘带。

分布于东洋区、非洲区、澳洲区,兼及古北区东部的南缘。

幼虫大多尸食性。

4.17.8.1 大头金蝇 *Chrysomya megacephala* (Fabricius)

成虫体长 8.0~11.0 mm。

雄蝇复眼上半2/3有大型的小眼面,与下方1/3范围内的小型的眼面区有明显区划;在额的长度内约有25排小眼面。触角橘黄,第3节长为第2节的3倍以上,芒毛黑,长羽状毛达于末端。颜、侧颜及颊杏黄以至橙色,均生黄毛,下后头毛亦黄,下颚须橘黄,喙红棕至黑色。胸部呈金属绿色,有铜色反光及蓝色光泽,前盾片覆有薄而明显的灰白色粉被;中鬃 0+1,背中鬃 2+5;前、后气门大型,呈暗棕色。翅透明,翅脉棕色,翅肩鳞及前缘基鳞黑,腋瓣带棕色,具暗棕以至棕黑色缘,缘缨除上、下腋瓣交接处呈白色外,大部呈灰色至黑色;平衡棒暗棕或棕色。足棕或棕黑色;前足胫节有不明显的3~4根前背鬃,1根后腹鬃;中胫前背鬃、后背鬃、腹鬃及后鬃各1;后足胫节具短小的前背鬃3,前腹鬃2及后背鬃1。腹部绿蓝色,铜色光泽明显,除第5背板外各背板后缘具紫黑色后缘带,第1腹板上大都具黄毛,其余腹板及背板侧缘黄黑毛混杂,但第2腹板上的小毛大多呈黑色,露尾节不明显。

雌蝇额宽率常在0.35~0.37范围内,在额部的眼前缘稍微向内凹入,在额中段的间额宽常为1侧额的2倍或超过2倍;腹侧片及第2腹板上以淡色毛占多数(图4-81)。

卵长 1.30±0.02 mm,宽 0.32±0.03 mm,近乎香蕉状,白色,表面具小颗粒状突起。卵孔圆形,孔口具一圈突起的卵孔领片。中区远离卵孔一端呈"V"字形,中区长度几达整个卵长,宽度平均为卵宽的4.7%。中区两边的孵出线在卵孔领片前骤然分开,其水平面略低于卵孔领片水平面。气盾位于中区,呈筛状,筛孔稀疏,圆形。垂柱分散,均匀分布,端部呈平截状或圆形,很少并接(图4-82 F)。

3龄幼虫附口骨短小,呈椭圆形,口钩与咽骨腹角大体等长。各节的棘环由多尖型的棘组成。第6腹节前方腹垫的后缘无1列细小的棘形成的短列,第8腹节侧面棘群延伸到体侧中部。前气门10~14个指状突;后气门较大,其间距明显小于其横径,后气门下方有1对卵圆形凹陷区(图4-82 A~E)。

围蛹长 7.8±0.20 mm,宽 3.0±0.12 mm,红褐色。呼吸角粗短,呈牛角状。

国外分布于朝鲜半岛、日本、越南、泰国、马来西亚、孟加拉国、菲律宾、印度尼西亚、毛里求斯、夏威夷、澳大利亚及南美,在东洋区和澳洲区极普通。国内分布于黑龙江、吉林、辽宁、

内蒙古、北京、天津、河北、山西、河南、陕西、宁夏、甘肃、青海、山东、安徽、江苏、上海、浙江、福建、台湾、江西、湖北、湖南、广东、广西、海南、四川、贵州、云南、西藏。

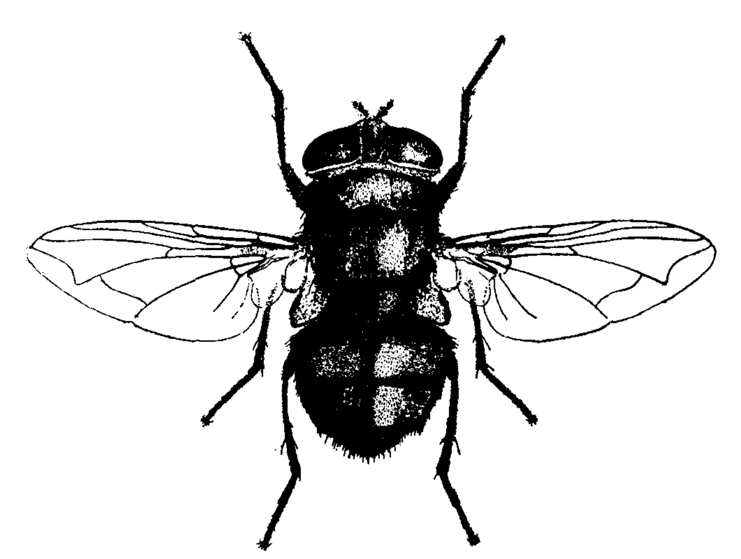


图 4-81 大头金蝇 *Chrysomya megacephala* (Fabricius)雌成虫 (仿范滋德等 1992)

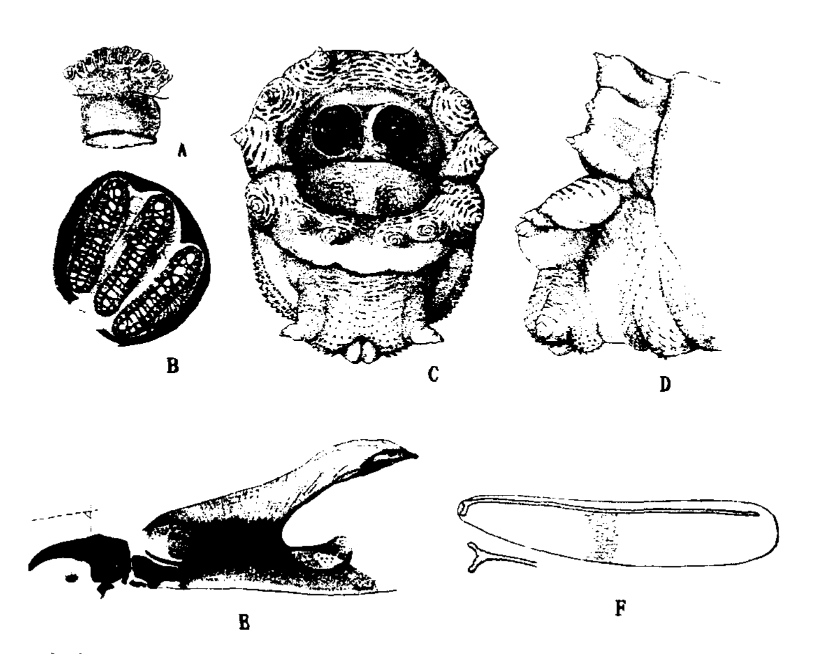


图 4-82 大头金蝇 *Chrysomya megacephala* (Fabricius)卵和 3 龄幼虫 (仿范滋德等 1997)

A.3 龄幼虫前气门 B.3 龄幼虫后气门 C.3 龄幼虫第 8 腹节后面观
D.3 龄幼虫第 8 腹节侧面观 E.3 龄幼虫口咽器 F.卵

成蝇常见于人类住所附近,在鱼肉市场、屠宰场、厕所、污水坑附近甚多。它们也为甜味食物所吸引,并会进入住家,取食甜食。

Wijesundara(1957)曾在斯里兰卡研究了其生物学,产卵数大约 220~320 粒,卵产在尸

体、粪便上，常成堆。在斯里兰卡室温下，自卵至成虫需时 8.5 d。卵期 9～10 h，幼虫期 94～95 h 左右。幼虫在实验室内肉片上易于饲养，30℃恒温下，可于 7.25 d 完成生活史。在南非，Prins(1982)报告 276～306 h 完成生活圈，在 26℃下，卵期 14 h，1 龄幼虫期 23 h，2 龄期 21 h，3 龄幼虫历时 60～72 h 后钻入泥土。Bohart 和 Gressitt(1951)饲养了大头金蝇成虫，发现它们强烈地为腐肉、人粪尿和甜食所吸引。当尸体时间长了或粪便表面干燥了，则少有吸引力。成蝇很多时，可在滋生基质附近树枝上聚集成堆。蛆虫大量离开尸体时，一般都朝着一个方向。

在国内，马玉堃(1996)饲养研究结果可归纳成表 4－26、表 4－27 及图 4－83。

表 4－26　大头金蝇 *Chrysomya megacephala* (Fabricius)在不同恒温下的发育历期(d)*　(杭州　1995)

阶段	18℃	21℃	24℃	27℃	30℃	33℃
卵	1.33(207)	0.79(144)	0.67(150)	0.63(124)	0.54(121)	0.46(135)
1 龄幼虫	2.13(184)	1.24(93)	0.73(113)	0.54(95)	0.33(114)	0.25(102)
2 龄幼虫	2.75(133)	1.25(86)	0.75(92)	0.63(87)	0.50(102)	0.38(97)
3 龄幼虫	8.25(120)	6.00(55)	3.60(77)	3.08(64)	3.00(81)	2.83(86)
蛹	12.00(85)	7.00(47)	6.00(64)	5.00(48)	4.00(68)	4.00(80)
合计	26.46	16.29	11.75	9.88	8.37	7.92

* 括号中数字为观察虫数。

表 4－27　大头金蝇 *Chrysomya megacephala* (Fabricius)发育速率与温度的关系　(杭州　1995)

阶段	回归方程	r
卵	$V(T) = -0.6511 + 0.0851T$	0.9785**
1 龄幼虫	$V(T) = -4.1077 + 0.2364T$	0.9768**
2 龄幼虫	$V(T) = -2.2422 + 0.1449T$	0.9948**
3 龄幼虫	$V(T) = -0.1439 + 0.0159T$	0.9443**
蛹	$V(T) = -0.1122 + 0.0115T$	0.9776**

** $P<0.01$。

在杭州以当地材料研究结果，各恒温下，大头金蝇幼虫体长(y，包括不再取食，缩短了的幼虫在内)随日龄(x)的变化可用改进的 Logistic 曲线方程，即 $y = (a + bx)/[1 + \exp(c + dx)]$ 较好地加以拟合(表 4－28)。模拟方程中各参数值是根据 STATISTICA 统计软件(StatSoft, Inc.　1992)的 Quasi-Newton 参数估计法求得的。χ^2 检验结果，χ^2 均小于 $\chi^2_{0.05,n-1}$，表明模拟值与观察值间无显著差异。

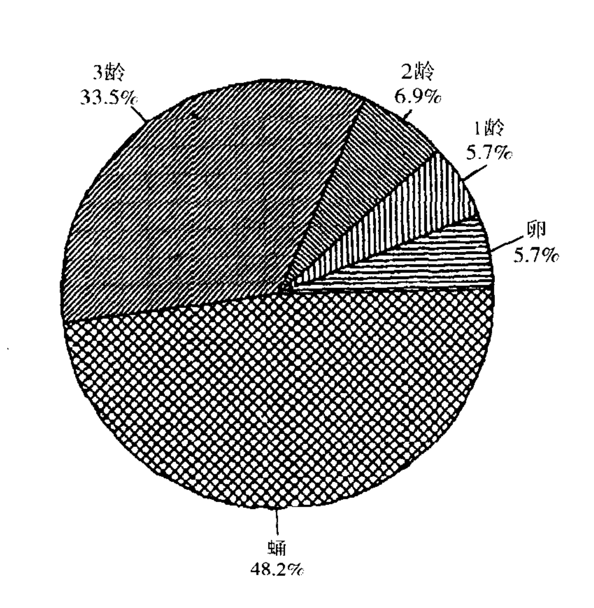


图 4-83　18~33℃恒温下大头金蝇 *Chrysomya megacephala* (Fabricius)
卵、幼虫和蛹平均历期的比例　(原图)

表 4-28　不同恒温下大头金蝇 *Chrysomya megacephala* (Fabricius)幼虫体长(mm)随时间(d)变化的数学模拟　(杭州　1998)

温度(℃)	模拟方程	χ^2	r
16	$y=(53.1674-2.9018x)/[1+\exp(3.4310-0.3700x)]$	0.7331*	0.9850
20	$y=(33.2743-3.3257x)/[1+\exp(3.1212-0.8738x)]$	0.1299*	0.9922
24	$y=(18.2062-1.6875x)/[1+\exp(2.6876-1.6387x)]$	0.4111*	0.9423
28	$y=(14.7033-0.7001x)/[1+\exp(2.4028-2.3792x)]$	0.3499*	0.9315
32	$y=(18.3172-2.1345x)/[1+\exp(2.4326-2.5702x)]$	0.0626*	0.9940

* $P<0.05$。

王江峰(1999)按形态将大头金蝇幼虫期划分为:1龄期、2龄叠气门期、2龄中期、2龄后期、3龄叠气门期、细长期、粗大期和圆锥期共8个阶段。各期形态如下:

1龄期　虫体透明,呈短细线状。无前气门,后气门只1裂,无气门环。

2龄叠气门期　第8腹节后表面同时具1裂后气门和2裂后气门,无气门环。

2龄中期　有前气门。后气门2裂,多无气门环,若有则只有外缘和内缘的部分可以看见。

2龄后期　后气门具气门环,气门环在腹缘开口。

3龄叠气门期　第8腹节后表面同时具2裂气门和3裂气门,2裂气门色深,具不完整的气门环,3裂气门无气门环。

细长期　虫体半透明,但仍细长。后气门3裂,气门环开口宽,约占气门环周长的16%。口钩一般很突出。

粗大期　虫体浅黄色，粗而长。气门环黑色，开口较窄。解剖时可见表皮下脂肪组织较少。消化道充满食物，占据了体腔的大部。

圆锥期　虫体粗而短，圆锥状，稍扭曲，表皮厚，较多皱褶，各节腹面中间具横向沟形凹陷。后气门环近乎闭合。解剖时可见表皮下脂肪组织较多。消化道中无食物或仅在后端有食物，消化道不再占据体腔的大部。

在不同恒温下幼虫的生长进程如表 4－29。

表 4－29　不同恒温下大头金蝇 *Chrysomya megacephala* (Fabricius)幼虫生长进程表　(杭州　1998)

孵化后时间	16℃	20℃	24℃	28℃	32℃
12 h	1 龄期	1 龄期	1 龄期	1 龄期	2 龄叠气门期
24 h	1 龄期	1 龄期	2 龄叠气门期、2 龄中期	2 龄后期	2 龄后期
36 h	1 龄期	2 龄叠气门期	2 龄后期	细长期	细长期、粗大期
48 h	1 龄期	2 龄中期	3 龄叠气门期、细长期	粗大期	粗大期
60 h	2 龄叠气门期	2 龄后期	细长期	粗大期	粗大期、圆锥期
72 h	2 龄叠气门期、2 龄中期	2 龄后期、3 龄叠气门期	粗大期	粗大期	圆锥期
84 h	2 龄中期	细长期	粗大期	粗大期、圆锥期	化蛹
96 h	2 龄后期	细长期	粗大期	圆锥期	
108 h	2 龄后期	粗大期	粗大期、圆锥期	化蛹	
120 h	2 龄后期	粗大期	圆锥期		
132 h	2 龄后期	粗大期	化蛹		
144 h	3 龄叠气门期	粗大期			
156 h	细长期	圆锥期			
168 h	细长期	圆锥期			
180 h	细长期	化蛹			
8～11 d	粗大期				
11～14 d	圆锥期				
15 d	化蛹				

表 4-30 不同恒温下大头金蝇 *Chrysomya megacephala* (Fabricius)蛹发育进程表 （1998 杭州）

化蛹后时间(h)	16℃	20℃	24℃	28℃	32℃
12	原蛹期	原蛹期	原蛹期	隐头蛹期	隐头蛹期
24	原蛹期	隐头蛹期	隐头蛹期	显头蛹期	显头蛹期
36	隐头蛹期	隐头蛹期	显头蛹期	显头蛹期	显头蛹期
48	隐头蛹期	显头蛹期	显头蛹期	显头蛹期	显头蛹期
60	隐头蛹期	显头蛹期	显头蛹期	显头蛹期	半红眼期、红眼期
72	显头蛹期	显头蛹期	显头蛹期	半红眼期、红眼期	灰腹期
84	显头蛹期	显头蛹期	显头蛹期	灰腹期	黑腹期
96	显头蛹期	显头蛹期	显头蛹期、半红眼期	黑腹期	羽化
108	显头蛹期	显头蛹期	红眼期	羽化	
120	显头蛹期	显头蛹期	灰腹期		
132	显头蛹期	半红眼期	黑腹期		
144	显头蛹期	红眼期	羽化		
156	显头蛹期	灰腹期			
168	显头蛹期	灰腹期			
180	显头蛹期	黑腹期			
192	半红眼期	黑腹期			
204	半红眼期	羽化			
216	红眼期				
228	红眼期				
240	灰腹期				
252	灰腹期				
264	灰腹期				
276	黑腹期				
288	黑腹期				
300	黑腹期				
312	羽化				

按形态又将蛹期划分为原蛹期、隐头蛹期、显头蛹期、半红眼期、红眼期、灰腹期和黑腹期。各期形态如下：

原蛹期　蛹壳呈黄色、深红色或红褐色。蛹体呈缩短的幼虫状，头端未凹陷，口咽器紧

密地与蛹体组织在一起。组织开始分解,具粘液,蛹壳颇难剥离。

隐头蛹期 头端凹陷,正前方出现1对小球,两侧为1对呼吸角。组织大量分解,具大量粘液,蛹壳颇难剥离。

显头蛹期 蛹白色,头、胸、腹部已很明显,复眼外形完整,1对呼吸角位于复眼的后方。

半红眼期 复眼部分红色。

红眼期 复眼全部红色,头胸部背面具黑色鬃。

灰腹期 复眼全部深红色,腹部分布着稀疏的黑色鬃。

黑腹期 头、胸、腹部均具黑色的鬃。

不同恒温下的发育进程如表4-30。

4.17.8.2 肥躯金蝇 *Chrysomya pinguis* (Walker)

成虫体长7.0~11.0 mm。

雄蝇额狭,前单眼旁的侧额宽度显然狭于前单眼的横径。复眼上半小眼面并不显然地大型,额的长度内约有35排小眼面,复眼在前部中央不隆起。侧颜及颊的大部黑,仅触角、口上片、下侧颜及颊前少部分到口上片呈棕黄或红棕色,侧颜毛及颜堤毛黑色,颊毛至少前半黑色。侧颜宽略窄于触角第3节宽,触角第3节端部及背方偏暗,第3节长为第2节的4倍以上。颊高过眼高的1/2,颊后部及下后头毛黄,下颚须棕黄,喙短黑。胸部金属绿色、有蓝色光泽,上覆有灰色粉被。中鬃0+2,背中鬃2+(4~5),翅内鬃0+2,肩鬃4,肩后鬃1,小盾缘鬃4对,心鬃1对,腹侧片鬃1:1。前、后气门暗棕色。翅透明,脉棕色,翅肩鳞及前缘基鳞黑,上、下腋瓣暗棕色,当翅收合时上腋瓣外方褐色,上面有褐色至黑色纤毛;平衡棒棕至棕黄色。足黑,胫节红棕色;前足胫节有3~4根小的前背鬃,后腹鬃1;中足胫节前背、前腹、后背及腹鬃各1,后鬃2;后足胫节前背、后背鬃各1,前腹鬃2。腹部呈短卵形,各背板具暗紫黑色缘带。

雌蝇额宽略小于头宽的1/3,间额黑具众多黑毛,其宽为1侧额的2倍,侧额、侧颜上部具黑色纤毛;外倾上眶鬃2,下眶鬃9~10对。

成长幼虫体长约16 mm。第1胸节至第6腹节前缘棘带完整,第7、第8腹节仅限于腹面和两侧;第2、第3和第8腹节上的后缘棘带仅限于腹面和两侧,第4至7腹节后缘棘带完整,惟第4、第5两腹节背面的棘极细小且无色素;第8腹节的肉质锥突:背突、上侧突和腹突几乎等大,上侧突略呈角状;背突、亚背突间距大于亚背突、上侧突间距;背突间距约为背突、亚背突间距的1.5倍。前气门有9~11个指状突;后气门较大,气门环厚实、色素浓重并在气门裂间加厚,在第2、第3气门裂间呈尖锐的角形突出;气门裂宽,第1、第2气门裂间的气门板显然比大头金蝇为狭;气门钮不显著;两后气门间距很狭。口咽器较大且色素浓重;口钩基部略呈长方形,钩部瘦长而尖端指向下方;背角较大头金蝇瘦长,咽骨背缘略凹;附口骨存在,呈长而壮的棍棒状(大头金蝇附口骨短小,不呈棍棒状)。

国外分布于朝鲜半岛、日本、越南、泰国、菲律宾、马来西亚、印度尼西亚、印度、斯里兰卡、孟加拉国。国内分布于辽宁、内蒙古、北京、山西、河南、陕西、甘肃、宁夏、山东、安徽、江苏、上海、浙江、福建、台湾、江西、湖北、湖南、广东、广西、海南、四川、贵州、云南、西藏。

主要滋生于尸体,人粪、畜粪中也有。在日本本州中部和南部以及九州,为优势种之一,

在夏日低山区或林中常见，可用鱼、肉诱致。在我国华东南部山区为夏秋季节的常见种。

此外，在新几内亚和北澳大利亚，本属中的 *Chrysomya mallochi* Theowald 是尸体区系中的重要成员，并与动物和人类蝇蛆症有关(Zumpt 1965)。在澳大利亚，且曾从人类尸体上养出另一种金蝇 *Chrysomya latifrons* (O'Flynn et al. 1980)。

在丽蝇科的介绍行将结束的时候，本科中尚有下列 2 种值得一提：

直钩陪丽蝇 *Bellardia nartshukae* (Grunin)

成虫体长 5.0 ~ 9.0 mm，胸黑色，翅带棕色，腹部橄榄绿色或亮金属青绿色，覆有可因光的方向而变色的灰白色粉被斑，第 1、2 合背板暗，第 3 ~ 5 背板有正中暗色条。国外分布于日本、俄罗斯。国内已知分布于吉林、辽宁、山东。在日本，自春至秋常在山区发现，雌蝇可用腐鱼或肉诱到(Kano et al. 1968)。

黄褐绛蝇 *Caiusa testacea* Senior-White

成虫体长 7.0 ~ 9.5 mm，胸背整个呈橙黄棕色，前盾有银灰色薄粉被及 1 对狭黑正中条，其间稍暗，腹与胸同色。国外分布于马来西亚、新加坡、印度、斯里兰卡。国内已知分布于台湾。成蝇在太平洋岛屿的密林中可用腐肉诱致，雌蝇产幼虫(Kurahashi 1987)。

4.18 麻蝇科 Sarcophagidae

麻蝇又称“肉蝇”，英文名“flesh flies”。成虫体长通常为 4 ~ 16 mm，体躯底色黑，一般具灰白色粉被，胸、腹部背面粉被斑明显。复眼裸，左右不相接，至多雄眼稍近；触角芒裸或仅在基部的一半呈羽状。下侧片鬃列发达，翅侧片具鬃毛，胸部侧面观外方肩后鬃的位置比沟前鬃高，至少在同一水平上。后气门前、后厣都发达，呈扇状，可以把整个气门掩蔽起来。下腋瓣宽阔，具小叶；m_{1+2}脉在末段常呈角形向前弯曲，有时具赘脉，$2R_5$ 室开放，少数具柄。腹部各腹板侧缘被背板遮盖。分巨爪麻蝇亚科 Macronychiinae、蜂麻蝇亚科 Miltogrammatinae、野蝇亚科 Paramacronychiinae 及麻蝇亚科 Sarcophaginae，共 4 亚科，其中以麻蝇亚科与法医学关系最大。

麻蝇亚科 3 龄幼虫咽骨背角常比腹角长，背角常有长而宽的开放的窗。第 8 腹节后表面有深的椭圆形的凹陷窝，后气门位于其底部，侧面观看不见后气门。后气门环不完全，无气门钮。

本科昆虫多数卵胎生，雌蝇产蛆，幼虫食腐败动植物、粪便，或从伤口侵入，引起人畜蝇蛆病，有的寄生节肢动物和软体动物，有的滋生于蜂类的巢内，食蜂巢内的植物性物质或已麻醉的昆虫与蜘蛛。

世界分布，全世界已知 2 500 余种。

Payne(1965)发现猪尸自冷藏库中取出 5 min 内，麻蝇即被吸引来了。通常极喜阳光下的暴露尸体(Green 1951, Smith 1956)。常在丽蝇之后到达尸体(Hall 1948, Rodriguez et al. 1983)。Suenaga(1963)说麻蝇属 *Sarcophaga* 昆虫可在雨中飞行，在雨天第 1 个到达尸体。

4.18.1 麻野蝇属 *Sarcophila*

小型或中等大小蝇类,体长 3.5~8 mm。雌雄额均宽,常大于 1 眼宽,雄有 2 对前倾上眶鬃,侧颜鬃弱小如毛状;触角第 3 节为第 2 节长的 1.5~2.5 倍;下颚须黑;前中鬃存在,前胸侧板中央凹陷裸;$2R_5$ 室开放;腹部各背板有暗色点斑。

分布于古北区。

4.18.1.1 拉氏麻野蝇 *Sarcophila rasnitzyni* Verves

成虫体长 4.5~8 mm,翅前缘刺发达,长度显然超过 r-m 横脉的长度,m_{3+4}脉末段大于 m-m 横脉长的 2 倍。

国外分布于蒙古、俄罗斯。国内已知分布于黑龙江、内蒙古、北京、新疆、青海。

典型的野生种类,住区很少发现。成虫喜食腐败动、植物蛋白,动物(包括昆虫)的尸体以及植物(特别是伞形花科)的花蜜。在室外,特别是远离住所的地方,可用动物(包括鸡)的尸体诱到雌雄成虫,有时数量甚多,但相对而言,更嗜好昆虫尸体。在北京曾自杨毒蛾幼虫中育出(范滋德等 1992)。

4.18.2 拟污蝇属 *Wohlfahrtiodes*

成虫体长 4~10 mm,淡色。雌雄两性额的宽度均如 1 眼宽;触角第 3 节长为第 2 节的 2~2.5倍,芒裸或具极短毳毛,基部 1/3-1/2 增粗;前中鬃缺如;$2R_5$ 室闭合于翅缘或很狭地开放;腹主要是灰色的,前方几个背板有狭的暗色正中条,雄阳基后突退化。

全北区分布。

栖息于荒漠,幼虫滋生于哺乳动物尸体上,偶然也见于粪便中。

4.18.2.1 蒙古拟污蝇 *Wohlfahrtiodes mongolicus* Chao et Zhang

成虫体长 9 mm;头黑色,覆黑灰色粉被,触角黑,第 2 节末端略带黄褐,第 3 节略长于第 2 节的 2 倍,侧颜略宽于触角第 3 节宽;雄前足爪与第 5 分跗节等长;腹各背板均具 3 个黑斑,其中第 3、第 4 两背板上的斑明晰而稳定。

已知分布于内蒙古。

4.18.3 沼野蝇属 *Goniophyto*

雄触角细长,侧面观基部着生点明显高于眼中央一线;触角第 3 节长为第 2 节的 2.5~3 倍,芒几乎裸,第 2 小节长;雄额近于头宽的 0.3,雌为 0.4;髭极长大,颊狭,约与侧颜等宽;中喙细长,下颚须长。小盾仅有 2 对鬃;翅狭长,前缘刺很发达,$2R_5$ 室开放;足长。腹部第 3~5节各背板有大型的中缘鬃。

分布于东洋区和古北区的东南部部分地区。

4.18.3.1 本州沼野蝇 *Goniophyto honshuensis* Rohdendorf

侧额前部无短毛,下颚须暗棕色,足大部黑,各胫节棕黄。

国外分布于日本、俄罗斯。国内已知分布于上海、台湾。

成蝇常见于河口、湖边、沼泽地及海岸等处,幼虫滋生于鱼、蛙、蟹、鸟等尸体上或飘来的垃圾中(Kurahashi 1975)。

4.18.4 污蝇属 *Wohlfahrtia*

体大型或中型,体覆银灰或略带黄色的粉被,腹具界限分明的黑色斑纹。眼离生,触角芒裸或呈短羽状,上眶鬃和下眶鬃短,侧颜下部通常无鬃毛。后背中鬃通常4个鬃位,一般2~4鬃,少数5鬃;两性无小盾端鬃。前缘刺不发达或缺如,$2R_5$室开口狭。

多数种类分布于古北区,少数分布于北美洲、东洋区、非洲东部和西部,非洲南部至今仅发现1种。

成蝇常出现于森林、草原和沙漠地带,有些种可在腐败有机物中发育。

4.18.4.1 陈氏污蝇 *Wohlfahrtia cheni* Rohdendorf

成虫体长11~16 mm。触角黑而长,第3节长为第2节的3~3.5倍。前中鬃缺如。雄性腹部第1、2合背板的黑斑几乎愈合;第3、4背板沿后缘各有3个孤立的黑斑,两侧的呈圆形,惟第3背板正中为黑纵斑,伸达节前缘;第5背板沿后缘3个黑斑小,圆点状(图4-84)。

国外分布于蒙古、俄罗斯、吉尔吉斯斯坦。国内已知分布于内蒙古、甘肃、新疆。

成虫多在动物尸体、小树林、草地、山坡等处活动。以腐肉饲养,获1龄及3龄幼虫(张孟余等 1990)。

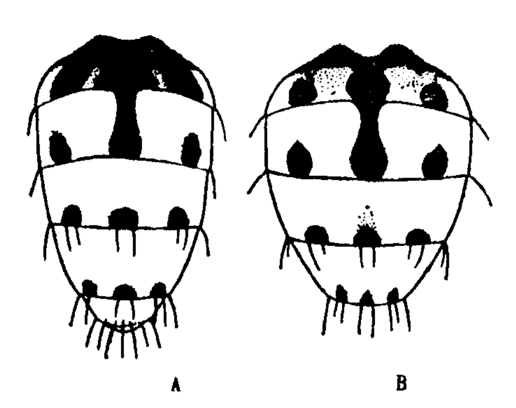


图4-84 陈氏污蝇 *Wohlfahrtia cheni* Rohdendorf成虫腹部 (仿范滋德等 1992)
A.雄性 B.雌性

4.18.5 麻蝇属 *Sarcophaga*

侧颜很宽,侧颜鬃大多为1行垂直的列,颇柔弱,最长的仅及侧颜宽的3/4;颊高约为眼高的2/5;口前缘突出;触角芒具长纤毛。前胸侧板中央凹陷裸,后背中鬃前方2对稍短。足部栉很发达。腹部第3背板有1对中缘鬃。雄第5腹板无刺,亦无大型的鬃,尾节呈黑色。雌第6背板很深地裂开,带红色。

分布于古北区。

幼虫肉食性兼具粪食和多食性(Rohdendorf 1959)。

4.18.5.1 常麻蝇 *Sarcophaga carnaria* Linnaeus

雄蝇长 14.5 mm 左右。侧颜约为侧额宽的 3~4 倍;颊高约为眼高的 3/5;侧面观肛尾叶平直,端部逐渐变狭而向前弯曲,末端为一尖长爪(图 4-85)。

国外分布于蒙古、俄罗斯、吉尔吉斯斯坦、塔吉克斯坦、丹麦等国。国内已知分布于黑龙江、内蒙古及新疆。

19 世纪后期就见于案例(Yovanovitch 1888)。Draber-Mońko(1973)描述过其幼虫形态,但生活史方面仍了解极少。有人说专食蚯蚓,但 Greenberg(1971~1973)驳斥了这一点。Putman(1978)在草地生境中腐肉上发现它。本种和下面将提及的同属其他世界常见种,以及近缘属如污蝇属 *Wohlfahrtia*(因幼虫很难区分),它们对腐肉、排泄物及其他腐败物质的嗜好程度有待进一步调查研究,以便明确与法医学的关系。

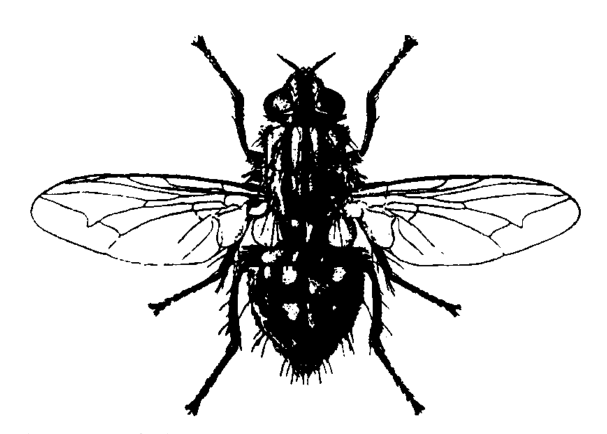


图 4-85 常麻蝇 *Sarcophaga carnaria* Linnaeus 成虫
(仿 Stakelberg 1956)

4.18.5.2 *Sarcophaga haemorrhoidalis* (Fallén)

Smith(1986)说几乎遍布全世界,但国内尚未见有记录。通常被称为"red-tailed flesh fly",然而其他种类也可以具有"红尾"的特征,鉴定时要小心。主要生活于粪便中,在暖和地区,特别是卫生设备简陋的地方,成蝇常见于室内,很容易为新鲜粪便所吸引。在南非约翰内斯堡,Zumpt(1965)查明,在人的粪便中 1 龄幼虫历时约 10 h,2 龄平均 15 h,3 龄幼虫 3 d 内化蛹,此后 4 d 成虫羽化。在有利的夏天条件下,成虫可于幼虫产下后 8 d 内出现。Zumpt(1952)说,它是在约翰内斯堡访问腐肉和人粪尿最为常见的麻蝇。和它一起,数量较少的有:*Sarcophaga tibialis* Macquart,*Sarcophaga exuberans* Pandellé,*Sarcophaga inaequalis* Austen,*Sarcophaga munroi* Villeneuve 和 *Sarcophaga inzi* Curran。在美国,Knipling(1936)报告,*Sarcophaga haemorrhoidalis* 从 1 龄幼虫到成虫羽化需时 14~16 d,观察的 6 头雌蝇,每头产 30~40 头幼虫。

4.18.5.3 *Sarcophaga hirtipes* Wiedemann

广泛分布于古北区和非洲热带区,滋生于包括尸体和人粪尿在内的各种腐败物质中。

4.18.6 别麻蝇属 *Boettcherisca*

雄额很狭,为头宽的 0.16~0.18 倍。触角细,第 3 节长约为第 2 节的 2.5 倍。髭稍高于口前缘;侧颜狭,侧面观为眼长的 1/3,向下稍稍收缩;颊约为眼高的 1/4~1/3;口前缘显然突出。触角芒上下侧具细长纤毛。前胸侧板中央凹陷具不特别密的黑色纤毛;后背中鬃 5 个鬃位,前 3 个短,后 2 个长大;中鬃仅小盾前的 1 对。翅 r_1 脉裸,$2R_5$ 室相当开放。股节栉

很发达。雄第7、8合腹节短,长比本身高为短,后缘无鬃或有毛。第5腹板具很发达的刺。第9背板黑褐以至红黄色。

分布于古北区东部南缘,包括中国、朝鲜、日本、俄罗斯远东;以及东洋区、大洋洲区及东非岛屿。

4.18.6.1 棕尾别麻蝇 *Boettcherisca peregrina* (Robineau-Desvoidy)

成虫体长6~9 mm。雄颊部后方1/3~1/2具白毛;后股腹面具末端卷曲的缨毛,毛长略超过节粗的1/2;前阳基侧突显然长于后阳基侧突。雌第6背板完整,正中缺缘鬃;第7背板为一前缘略卷边的铲形骨片;第7腹板后缘呈"V"字形凹入。

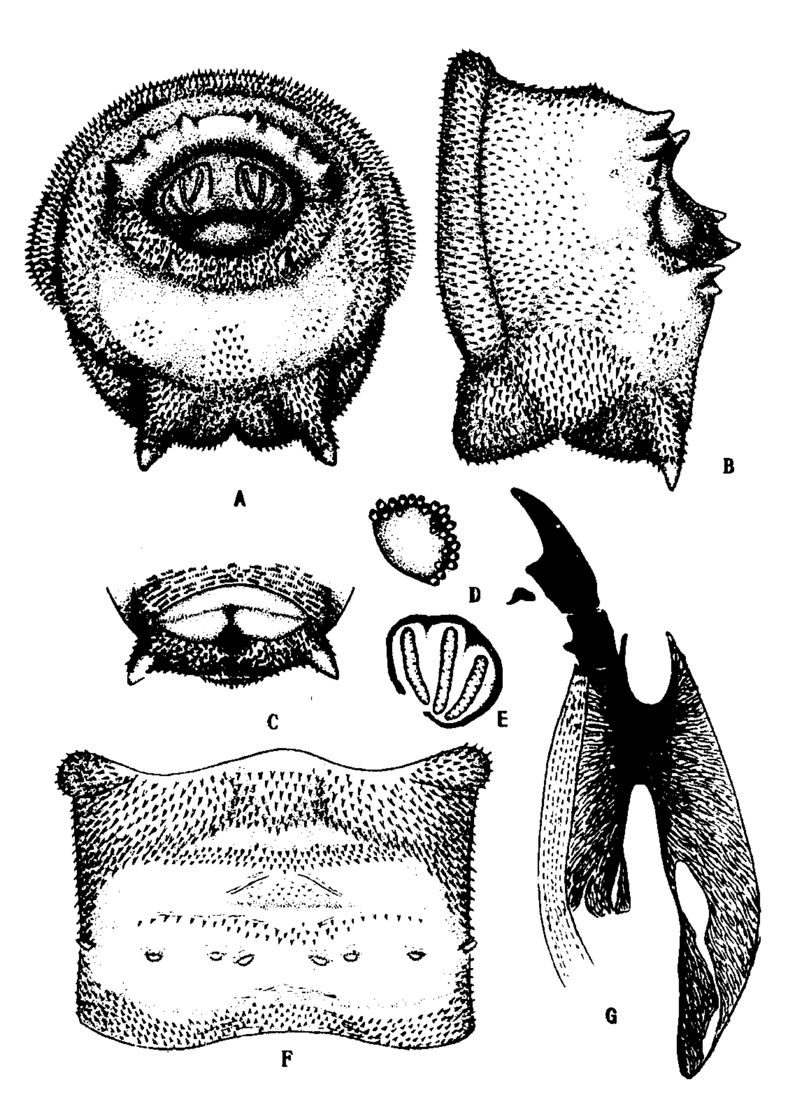


图4-86 棕尾别麻蝇 *Boettcherisca peregrina* (Robineau-Desvoidy)3龄幼虫 (仿范滋德等 1992)
A.第8腹节后面观 B.第8腹节侧面观 C.第8腹节腹面观 D.前气门 E.后气门 F.第6腹节腹面 G.口咽器

3龄幼虫后突起群中的下侧突明显小于上侧突,背突亦明显小于上侧突。第2胸节背面1/4~1/3有小棘,后方大部分光滑;第3胸节背部有稀疏小棘,近中央处有小棘群,侧面

的小棘聚集成群。第2~7腹节侧面、腹面的疣大于背面。前气门指状突24~30个,呈不规则排列,前气门小室端部呈半圆形。后气门间距超过后气门横径的1/2,后气门环粗,气门环腹缘超过外气门裂的下端(图4-86)。

围蛹长10.0±0.62 mm,宽3.9±0.36 mm,红褐色。体表布满微疣,第8腹节后表面有深的椭圆形凹陷窝。

国外分布于朝鲜、日本、尼泊尔、泰国、菲律宾、印度、斯里兰卡、马来西亚、印度尼西亚、澳大利亚、斐济群岛、夏威夷群岛。国内分布于黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、河北、山西、河南、陕西、宁夏、甘肃、山东、安徽、江苏、上海、浙江、福建、台湾、江西、湖北、湖南、广东、广西、海南、四川、贵州、云南及西藏。

幼虫滋生习性广泛,人粪缸和厕所是其主要滋生场所,人尸上也有发现,本书第11章列举的案例中即包含有本种。

棕尾别麻蝇刚羽化个体呈浅灰色,额囊未收缩,翅未伸展,体柔软,腹部较小,约0.5~2 h后体色加深,开始取食,1~2 d后,性成熟,开始交配。在20 cm×20 cm×50 cm的养虫笼内即可完成交配,历时40 min到2 h不等。交配后4~5 d开始产幼虫,每次约50余头。幼虫散产。成蝇易为暴露在阳光下的尸体所吸引。在5 min内它们可被吸引至冰箱中取出的鱼尸上。以猪肝和牛奶作诱饵时,更喜选择粘稠的牛奶产下幼虫。偶尔也产在干燥的腐肉上。强风下一般不产仔,小雨天,成蝇可飞翔,且可能是第1批到达尸体的种类。12,16℃下基本不活动,亦不见交配、产仔。16,24,32℃下雌雄蝇平均寿命分别为36.0 d和34.7 d,21.5 d和19.6 d,17.5 d和16.8 d。

不同恒温下各虫态的历期如表4-31。幼虫发育起点温度为10.50±0.38℃,有效积温71.94±4.17日度;蛹发育起点温度为6.68±0.41℃,有效积温155.77±35.70日度;幼虫+蛹发育起点温度为10.41±0.44℃,有效积温225.49±14.66日度。

表4-31 不同恒温下棕尾别麻蝇 *Boettcherisca peregrina* (Robineau-Desvoidy) 各虫态的历期(h) (杭州 1998)

虫态		16℃		20℃		24℃		28℃		32℃	
		观察头数	历期	观察头数	历期	观察头数	历期	观察头数	历期	观察头数	历期
幼虫	1龄	103	41	134	19	126	14	122	13.5	136	6.3
	2龄	97	53	125	40	123	31	104	25	113	8
	3龄	67	218	108	133	104	75	85	57.5	92	65.9
蛹		48	648	86	408	87	258	61	192	79	172
幼虫+蛹			960		600		378		288		252.2

在杭州以当地材料研究结果,各恒温下,棕尾别麻蝇幼虫体长(y,包括不再取食,缩短了的幼虫在内)随日龄(x)的变化可用改进的Logistic曲线方程,即 $y=(a+bx)/[1+\exp(c+dx)]$ 较好地加以拟合(表4-32)。模拟方程中各参数值,是根据STATISTICA统计软件

(StatSoft, Inc. 1992)的 Quasi-Newton 参数估计法求得的。χ^2 检验结果,χ^2 均小于 $\chi^2_{0.05,n-1}$,表明模拟值与观察值间无显著差异。

表 4-32 不同恒温下棕尾别麻蝇 *Boettcherisca peregrina* (Robineau-Desvoidy) 幼虫体长(mm)随时间(d)变化的数学模拟 (杭州 1998)

温度(℃)	模拟方程	χ^2	r
12	$y=(17.9269-0.3943x)/[1+\exp(2.0552-0.5356x)]$	0.3427*	0.9877
16	$y=(27.4532-1.1895x)/[1+\exp(2.4388-0.4593x)]$	0.2237*	0.9939
20	$y=(16.7284-0.8369x)/[1+\exp(1.8391-1.0802x)]$	1.6698*	0.9355
24	$y=(11.08505+0.2060x)/[1+\exp(1.4783-1.4326x)]$	1.6496*	0.9085

* $P<0.05$。

王江峰(1999)按形态将棕尾别麻蝇幼虫期划分为:1 龄期、2 龄早期、2 龄后期、3 龄叠气门期、浅环期、深环期和圆锥期共 7 个阶段。各期形态特征如下:

1 龄期 虫体呈短细线状,透明。后气门 1 裂,有时外观似 2 裂,但 2 裂紧连在一起。

2 龄早期 后气门 2 裂,2 裂间有一定距离,无后气门环,如有,色极淡。

2 龄后期 后气门 2 裂,具后气门环,整个气门环颜色较深,或外缘和内缘颜色较深,腹缘具开口。有前气门。

3 龄叠气门期 第 8 腹节后表面同时具 2 裂气门和 3 裂气门。2 裂气门具开放的气门环,棕色;3 裂气门无气门环,若有,色极淡。

浅环期 虫体仍细长,半透明或不透明。后气门 3 裂,色淡,气门环窄,具宽的开口,外缘区色较深,外缘下方一般只到达外气门裂下端。

深环期 虫体长而粗壮,表皮较厚,不透明。第 8 腹节后表面洼陷较深,不容易见到后气门。后气门深棕色,后气门环宽而色深,其背缘边缘整齐。

圆锥期 虫体粗壮,圆锥状,表皮很厚,不透明。腹部末端套叠,虫体常弯曲,各节腹面出现横向沟形凹陷。第 8 腹节后表面洼陷很深,后气门黑色,气门环背缘边缘不整齐。

按形态将蛹期划分为原蛹期、隐头蛹期、显头蛹期、半红眼期、红眼期、黑胸期、灰腹期和黑腹期共 8 期。各期形态如下:

原蛹期 保持缩短了的幼虫的形态,头端未凹陷。具粘液,蛹壳很难剥离。口咽器与蛹体结合很紧密。

隐头蛹期 头端凹陷,并出现 1 对小球。具大量粘液,蛹壳很难剥离。

显头蛹期 头、胸、腹部已很明显,复眼外形较完整。

半红眼期 复眼部分红色,蛹体仍为白色。

红眼期 复眼红色,蛹体背部在鬃即将出现处出现黑点,黑点呈棋盘状排列。

黑胸期 头部额区及胸部背面出现黑色的鬃,唇基也出现鬃,腹部未见鬃。

灰腹期 腹部出现颜色很浅的稀疏的鬃。

黑腹期 腹部鬃颜色深且浓密。

这种划分将有助于日龄的推断。

4.18.7 亚麻蝇属 *Parasarcophaga*

雄额为1眼宽的2/5~3/4;侧颜狭,在触角第2节的水平上为眼长的1/4~1/3,较少宽,达眼长的2/5,向下适当收缩;颊高为眼高的1/3~1/2。触角一般中等长,较少稍长,第3节长约为第2节的1.75~3倍。前胸侧板中央的凹陷在绝大多数种类是裸的,仅少数具纤毛。翅 r_1 脉裸,$2R_5$ 室宽阔地开放。足部的栉由粗而短的鬃组成,较少是由较细而长的鬃形成。腹部第3背板无中缘鬃,极少有成对的大型的鬃。雄第4腹板无稠密的刚毛,第5腹板长,窗大,具中脊,侧叶长,后端圆,内侧多刺。

分布于古北区、东洋区、非洲区、大洋洲及新北区。

幼虫粪食、尸食、腐食或多食性,有的寄生于蛾类幼虫。

4.18.7.1 肥须亚麻蝇 *Parasarcophaga crassipalpis* (Macquart)

成虫体长10.0~17.0 mm;颊部除接近眼下缘处有少数黑毛外,几乎全被白色毛;下颚须黑色或灰黑色,在雌性中特别粗壮,末端肥大如短棒状。雄第7、8合腹节有发达的缘鬃列,第7、8合腹节及第9腹节背板红色(图4-87)。

3龄幼虫第2胸节背面前方1/4有小棘,后方光滑;第3胸节背面前1/2的后半部为光滑区,其余布满小棘;前气门指状突9~12个,排成1排;后气门间距等于其横径,后气门内缘直,与背缘几呈直角(图4-88)。

国外分布于朝鲜、日本、蒙古、原苏联,欧洲,西班牙加那利群岛,南非洲,大洋洲部分地区,北美洲以及南美洲部分地区。国内已知分布于黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、河北、河南、陕西、宁夏、甘肃、青海、新疆、山东、江苏、浙江、湖北、四川及西藏。

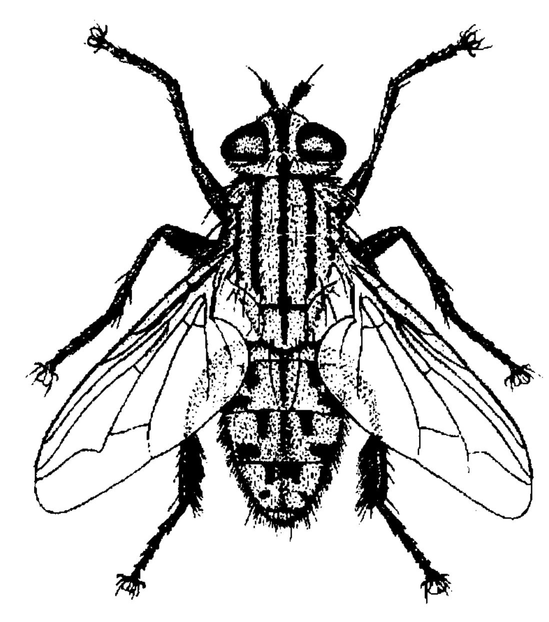


图4-87 肥须亚麻蝇 *Parasarcophaga crassipalpis* (Macquart)雄成虫 (仿范滋德等 1992)

常在腐肉上发育。Smith(1933,用的学名是 *Sarcophaga securifera* Villeneuve)在美国于26.67℃(80℉)下饲养幼虫,幼虫于产下后5~6 d化蛹,化蛹后10~12 d羽化,雌蝇在8~9 d内开始产幼虫,一批15头,一生产幼虫超过100头,产幼虫期可长达1个月。成蝇有时入室。

马玉堃(1996)在杭州取当地材料于田间养虫室连续饲养观察,结果为该虫1年发生8代,世代重叠。以蛹越冬,越冬蛹3月下旬到4月上旬开始羽化。越冬代成虫4月下旬到5月上旬产卵,第1代平均历期25.8 d,第2代25.2 d,第3代18.1 d,第4代18.6 d,第5代19.1 d,第6代19.7 d,第7代29.7 d,第8代部分蛹当年羽化,但未能产下子代,部分蛹滞育越冬(表4-33)。

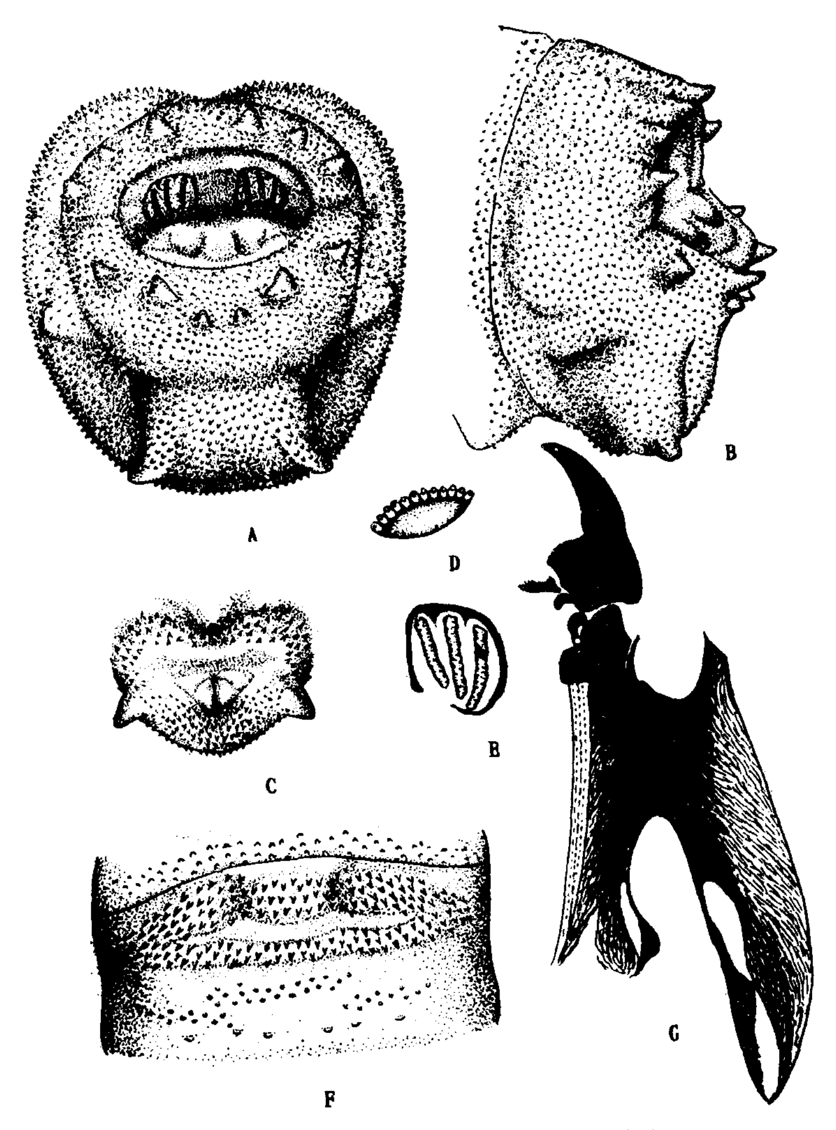


图 4－88　肥须亚麻蝇 *Parasarcophaga crassipalpis*（Macquart）3 龄幼虫　（仿范滋德等　1992）

A.第 8 腹节后面观　B.第 8 腹节侧面观　C.第 8 腹节腹面观　D.前气门

E.后气门　F.第 6 腹节腹面　G.口咽器

新羽化个体无色，经 7～10 h 后体色才开始加深。羽化多在上午，羽化后先在养虫笼壁上静伏，10～15 h 之后才开始到腐肉上取食。雌雄成虫在晴天有光线处，温度高于 14℃以上开始交配。交配多在羽化后 2～3 d，主要在 9～10 时和 14～16 时进行。交配历时从几分钟到 1 h 不等，大多在 30～40 min 之间。雌雄均可交配多次。在杭州一般温度下均见产卵，而非产蛆。卵一般散产于腐肉表面或缝隙内，一生平均产 1.5 次，每次 24～89 粒，平均 60.7 粒。卵期短。成虫寿命见表 4－34。初孵幼虫在腐肉缝隙、自然孔口等处取食。2 龄、3 龄幼虫穿入腐肉内部取食。成长幼虫爬离腐肉，钻到土中 3～5 cm 深处静止 1～3 d 后开始化蛹。化蛹时间较整齐。

表 4-33 肥须亚麻蝇 *Parasarcophaga crassipalpis* (Macquart) 各代各虫态历期(d)及各代发生时期 (杭州 1994~1995)

世代	卵期	幼虫期	蛹期	成虫产卵前期	全世代	发生时期	平均温度和相对湿度
Ⅰ	0.3	5.5	13.0	7.0	25.8	5月上旬~下旬	25.2℃,62.4%
Ⅱ	0.2	6.0	12.0	7.0	25.2	5月下旬~6月下旬	25.5℃,76.6%
Ⅲ	0.1	4.0	8.0	6.0	18.1	6月下旬~7月中旬	33.3℃,60.3%
Ⅳ	0.1	5.5	7.0	6.0	18.6	7月中旬~8月上旬	32.5℃,66.8%
Ⅴ	0.2	5.0	8.0	6.0	19.1	8月上旬~下旬	31.0℃,69.0%
Ⅵ	0.2	5.5	7.0	7.0	19.7	8月下旬~9月中旬	29.9℃,72.9%
Ⅶ	0.2	6.0	12.5	11.0	29.7	9月中旬~10月上旬	23.3℃,66.8%
Ⅷ	0.2	9.0	25.0 另部分越冬	(成虫不产卵)		10月上旬~	18.4℃,68.9%

表 4-34 肥须亚麻蝇 *Parasarcophaga crassipalpis* (Macquart)成虫平均寿命(d) (杭州 1995)

性别	不供食	饱和蔗糖溶液	饱和蔗糖溶液+猪肉	平均温度和相对湿度
雄	2.2±0.4 (90)	8.3±4.9 (75)	45.4±18.3 (57)	31.1℃,67.7%
雌	2.5±0.5 (87)	11.1±5.1 (68)	46.4±14.2 (62)	

注: 括号中数字为观察虫数。

肥须亚麻蝇在不同恒温下的发育历期见表4-35。1龄、2龄、3龄幼虫和蛹的历期均随温度增高而缩短,18℃下分别为1.17 d,1.75 d,6.0 d,20.88 d。而33℃下则仅为0.46 d,0.52 d,3.0 d和7.0 d。发育速率与温度的关系见表4-36。

表 4-35 肥须亚麻蝇 *Parasarcophaga crassipalpis* (Macquart) 在不同恒温下的发育历期(d) (杭州 1995)

阶段	18℃	21℃	24℃	27℃	30℃	33℃
1龄幼虫	1.17(51)	0.83(87)	0.75(56)	0.71(70)	0.60(43)	0.46(41)
2龄幼虫	1.75(51)	1.42(65)	1.13(54)	0.79(61)	0.71(41)	0.52(36)
3龄幼虫	6.00(29)	4.25(59)	4.50(33)	3.46(59)	3.15(41)	3.00(30)
蛹	20.88(25)	13.00(56)	11.27(24)	9.00(48)	8.00(36)	7.00(25)
合计	29.80	19.50	17.65	13.96	12.46	10.98

注: 括号中数字为观察虫数。

表4-36 肥须亚麻蝇 *Parasarcophaga crassipalpis* (Macquart)发育速率与温度的关系 (杭州 1995)

阶段	回归方程	r
1龄幼虫	$V(T) = -0.5264 + 0.0770T$	0.9648**
2龄幼虫	$V(T) = -1.1263 + 0.0883T$	0.9782**
3龄幼虫	$V(T) = -0.0079 + 0.0106T$	0.9505**
蛹	$V(T) = -0.0506 + 0.0059T$	0.9903**

** $P<0.01$。

4.18.7.2 白头亚麻蝇 *Parasarcophaga albiceps* (Meigen)

成虫体长7.0~16.0 mm。雄颊部白色毛约占后方的2/3,中股后腹面的缨毛长度显然超过这一股节的最大横径(图4-89)。雌第2腹板有2对鬃,第6背板骨化部很宽地中断。



图4-89 白头亚麻蝇 *Parasarcophaga albiceps* (Meigen)雄成虫 (仿范滋德等 1992)

国外分布于朝鲜、日本、原苏联、欧洲一些国家、缅甸、印度、巴基斯坦、斯里兰卡、越南、菲律宾、印度尼西亚、巴布亚新几内亚、所罗门群岛、澳大利亚。国内分布于黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、河北、山西、河南、陕西、宁夏、甘肃、山东、江苏、浙江、福建、台湾、江西、湖北、广东、广西、四川、云南、西藏。

幼虫滋生于人粪、兔尸等,并能寄生于水牛组织,引起蝇蛆症(Senior-White et al. 1940)。

4.18.7.3 酱亚麻蝇 *Parasarcophaga dux* (Thomson)

成虫体长7.0~14.0 mm。触角第3节长为第2节的2倍或不到2倍,下颚须黑色。雄中足胫节无长毛;第9背板黑色、棕色,少数红色;第7、8合腹节无缘鬃。雌第6背板中断,第8背板存在;第7腹板后缘凹入,两后角具小毛群。

国外分布于朝鲜、日本、泰国、缅甸、印度、斯里兰卡、印度尼西亚、菲律宾、关岛、夏威夷、澳大利亚、巴布亚新几内亚、萨摩亚。国内分布于黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、北京、河北、河南、宁夏、甘肃、山东、安徽、江苏、浙江、福建、台湾、湖北、广东、广西、海南、四川、云南。

国内报道幼虫主要滋生于酱缸和腌菜缸中,马粪和鱼油渣中也曾发现,并可自松毛虫中育出(范滋德 1992)。在关岛,Bohart 和 Gressitt(1951)于沙滩上尸体的下面发现本种。

4.18.7.4 巨亚麻蝇 *Parasarcophaga gigas* (Thomas)

成虫体长13.0~15.0 mm。雄阳茎膜状突2对,基部1对骨化强而长大,呈叉形,端部1

对亦骨化,较前者略短,末端亦呈叉形。雌第6背板中断型。

国外分布于朝鲜。国内已知分布于辽宁、河南、江苏、浙江、湖北、四川。

成蝇可自尸体和人粪上采获,幼虫在实验室28℃下于肉上饲育,历期8 d,蛹期14 d(Thomas 1949)。

4.18.7.5 黄须亚麻蝇 *Parasarcophaga misera* (Walker)

成虫体长8.5~13.0 mm,下颚须大部黄色,或端部呈很明显的黄色。雄后足胫节仅在后腹面有长缨毛,雌第2腹板通常有2对强大的缘鬃,第6背板中断型。

国外分布于朝鲜、日本、菲律宾、缅甸、印度、斯里兰卡,大洋洲以及太平洋一些岛屿上。国内分布于吉林、辽宁、河北、河南、陕西、甘肃、山东、江苏、安徽、浙江、福建、台湾、江西、湖北、广东、广西、四川、云南。

幼虫滋生于人粪块和垃圾中,也食腐肉,并可引起蝇蛆症。Alwar和Seshiah(1958)记录了在印度马特拉斯一马戏团的骆驼、小公牛、母牛伤口上由此蝇引起的蝇蛆症(学名用的是*Sarcophaga dux*)并提供了一些数据。雌蝇一次产29~35头蛆虫,养于不新鲜的肉上,在23.3~34.4℃下,幼虫期4~8 d,蛹期7~11 d。自雌蝇羽化到产幼虫最短7 d。

4.18.7.6 绯角亚麻蝇 *Parasarcophaga ruficornis* (Fabricius)

成虫体长10.0~14.0 mm;触角橙红色,下颚须棕黄色,颊毛全白;第7、8合腹节背板和第9腹节背板红色。雌第5腹板黑色;第6腹板红橙色、后缘内凹,有4根缘鬃;第7腹板红橙色,后缘波状;第8腹板膜质。

国外分布于日本、菲律宾、泰国、印度、斯里兰卡、马来西亚、印度尼西亚、夏威夷、巴西,以及非洲。国内已知分布于台湾、广东、海南。

滋生于厕所、垃圾及动物尸体,成蝇常见于海滨。

4.18.7.7 褐须亚麻蝇 *Parasarcophaga sericea* (Walker)

成虫体长8.0~13.0 mm,下颚须仅端部黄色,或仅在端部有黄色粉被。雄后足胫节前腹面和后腹面均有长缨毛。雌第2腹板通常有1对强大的缘鬃,其余的较短小,第6背板中断型。

国外分布于朝鲜、俄罗斯、印度、斯里兰卡、缅甸、马来西亚、印度尼西亚、菲律宾、巴布亚新几内亚、澳大利亚。国内分布于吉林、辽宁、内蒙古、河北、河南、陕西、甘肃、山东、江苏、浙江、福建、台湾、江西、湖北、广东、广西、四川、云南。

幼虫滋生于人粪中(范滋德等 1959)、兔尸中(Senior-White 1924)。

4.18.7.8 银口亚麻蝇 *Parasarcophaga argyrostoma* (Robineau-Desvoidy)

全北区种类,亦已分布到南美、印度、马歇尔群岛及夏威夷,国外有文献说我国有分布,但目前为止,国内尚乏报道。

Hafez(1940)在埃及研究了它的生活史,在肉上,25℃下,1龄幼虫历时30 h,2龄约2 d,3龄约5 d,蛹期约8 d。温度和营养条件不同,发育速率不同。滋生于粪便中,也可引起蝇蛆

症。在比利时,Leclercq(1976)报告,此种发生于高度腐败的尸体上。

此外,本科中尚有下列各属(国内均有分布)可能也具有法医学意义:

野蝇属 *Agria* 有的幼虫具尸食性。

白麻蝇属 *Leucomyia* 多发生于海边、江边,有的可用海蟹肉饲养,有的可用鱼尸诱集。

黑麻蝇属 *Helicophagella* 幼虫常滋生于人畜粪便中,有的成蝇可在动物尸体上采到。

欧麻蝇属 *Heteronychia* 有的幼虫在动物尸体上发育。

缅麻蝇属 *Burmanomyia* 已知如盘突缅麻蝇 *Burmanomyia pattoni* (Senior-White)滋生于兔尸中(Senior-White 1924)。

细麻蝇属 *Pierretia* 有的成蝇可在动物尸体上发现,多数种类幼虫粪食、尸食及兼性寄生。

海麻蝇属 *Alisarcophaga* 已知透膜海麻蝇 *Alisarcophaga gressitti* (Hall et Bohart)国外分布于日本小笠原群岛、美国夏威夷群岛和密克罗尼西亚群岛,国内分布于海南。Bohart 和 Gressitt(1951)在关岛海滩上人尸下面采得该种。

粪麻蝇属 *Bercaea* 多滋生于人、畜粪便中,有的可引起蝇蛆症。

辛麻蝇属 *Seniorwhitea* 有的种类可滋生于牛肉以及软体动物、昆虫等的尸体中。

叉麻蝇属 *Robineauella* 多为山区、林区种类,有些种雌雄两性成蝇均可为新鲜人粪或动物尸体所吸引。

5 具法医学意义的鞘翅目昆虫

胡 萃 马玉堃

5.1 鞘翅目概说

鞘翅目 Coleoptera 昆虫，中名“甲虫”或“甲”，英文名“beetles”或“weevils”，已知约 33 万种。它是动物界最大的目，占昆虫纲的 40% 以上，我国已记载的大约 7 000 种。

甲虫分布极广，凡地上、地下、空中、水中，动植物体内、体外都能生存。大小差异很大，最小的缨甲科 Ptiliidae 体长仅 0.25 mm，而最大的独角仙、天牛可长达 155 mm。

成虫 头部坚硬，前口式或下口式，蜕裂线一般不明显，常具发达的外咽片。复眼位于头部前方两侧，发达，多为圆球形，但亦有肾脏形或分为上下两部分的。外寄生、地下生活与穴居的种类复眼退化，如一些步甲。绝大多数种类成虫无单眼，隐翅甲和埋葬甲部分种类有单眼 1 对，皮蠹有中单眼 1 个。触角通常 11 节，也有 6 节或多达 27 节的，最少的仅 1 或 2 节；形态多种多样，有丝状、念珠状、锯齿状、棍棒状、膝状、鳃叶状，等等。口器咀嚼式，上唇发达或与唇基愈合。上颚粗大，钳状，适宜于咀嚼。

胸部各节发达，侧板均折向腹面。前胸最大，能独立活动，背板由 1 块大型骨片构成，常为盾状。前足基节窝常位于前胸腹面的后部，若前胸腹板与侧板，或左右侧板在后方相遇，则前足基节窝为闭式；若前足基节窝的后方有一膜质的开口，即上述骨片不在后方相遇，则前足基节窝为开式。中胸与后胸愈合在一起，由于飞翔机能大部分或全部移到后翅，因此中胸不及后胸发达。中、后胸背板均被缝分为前盾片（prescutum）、盾片（scutum）和小盾片（scutellum）3 部分，除中胸小盾片露出于鞘翅基部间呈三角形或舌形外，其余各部分均被鞘翅所覆盖。在前胸与中胸之间和后胸的侧区各有气门 1 对。

足多为步行足，适宜于爬行或奔走。金龟甲和一些步甲前足适应于掘土，胫节宽大，多刺突。有的中、后足宽短，似桨，适宜在水中或水面活动，亦有的后足腿节膨大，为跳跃足。跗节的数目与形状在科之间存在着差异，绝大多数为 5 节，即“五节类”；叶甲和部分象甲第 3 节膨大为盘状，第 4 节特别小，似 4 节，即“隐五节”或“拟四节类”；芫菁等后足跗节 4 节，跗节式为 5 - 5 - 4，称“异节类”；其他尚有“四节类”、“隐四节类”或“拟三节类”，以及“三节

类”。一些种类雄虫前足或前、中足跗节膨大,成为性别的特征之一。

翅多为2对。前翅特化成鞘翅(elytra),角质,坚硬,翅脉隐匿,静止时左右鞘翅置于背上,保护着中、后胸,后翅及腹部的背面和侧面,鞘翅侧缘常向下折成缘折(epipleura)。部分步甲、象甲和蛛甲后翅退化或消失,鞘翅在中缝处牢固地连结在一起或仅后端分离。隐翅甲、蚁甲等鞘翅很短,腹部露出数节,少数芫菁鞘翅退化。后翅膜质,长于鞘翅,适宜于飞翔,静止时纵横折叠于鞘翅之下。飞翔时鞘翅张开,与身体呈一定角度,便于后翅的自由活动。后翅根据纵脉、横脉的数目与连接情况,分为3个基本型:① 肉食甲型(adephagid type);② 隐翅甲型(staphylinid type);③ 萤甲型(cantharid type)。

腹部节数变化较大,可见背板常为8节,腹板5~8节,第9~10节呈套管状陷入生殖肛门腔内,尾须和产卵器退化。第1腹板的形状是分亚目的重要特征,肉食亚目 Adephaga 后足基节达到或超过第1腹板后缘,将第1腹板完全划分开;多食亚目 Polyphaga 后足基节未达第1腹板后缘,第1腹板不完全被划分开。

卵　通常为卵形,隐翅甲属 *Ocypus* 的卵大型而数量少,芫菁科的卵小而数量多,水龟虫科常产卵于茧状卵房内。

幼虫　体狭长,头、胸、腹区分明显。头前口式或下口式;口器咀嚼式;单眼1~6对,单个或成群地排列在头部两侧,部分种类无单眼或仅有眼点。触角2~4节,长或痕迹状。胸足3对,发达或退化,在前、中胸侧板上有气门1对。腹部8~10节,一般无腹足,少数水龟虫具有明显的腹足,隐翅甲第10腹节常为瘤状,具伪足的功能。在腹部末节或第9节侧区常着生成对可动或不能动的突起,分节或不分节,统称为“尾突”。腹部气门8对,位于1~8腹节侧区。

根据幼虫的形态特征和生活习性,可分为多种类型。例如,蛃型(肉食甲型):体壁坚硬,上颚、触角、胸足等发达,胸足5节,爪成对,第9腹节着生长而分节或不分节的尾突,行动活泼,捕食性,如虎甲、步甲。蛴螬型:体柔软、肥硕,弯曲成“C”字形或新月形,头部大而骨化,胸足退化,4节,不善于爬行,气门呈筛状,如金龟甲。其他还有金针虫型、伪蠋型、象甲型、钻蛀型(无足型)、枝刺型等。芫菁幼虫要经历蛃型、蛴螬型、拟蛹等的变化。

蛹　幼虫老熟后在寄主组织间、土室或隐蔽处化蛹。一般为裸蛹,隐翅甲科有的种类蛹的附肢被分泌物粘附于身体上。水生幼虫老熟后爬上岸在土中化蛹,或在一个充满空气且防水的茧壳中度过蛹期。

甲虫的食物,可分为动物与植物两类,又可分为生活物与废弃物两类,废弃物中如粪便、腐殖质、动物尸体,尤为多种甲虫猬集的场所。在尸体上以皮蠹科 Dermestidae、阎甲科 Histeridae、埋葬甲科 Silphidae、隐翅甲科 Staphylinidae、喙蜡虫科 Rhizophagidae、金龟甲科 Scarabaeidae 等为重要。

5.2　步甲科 Carabidae

步甲,英文名“carabid beetles”或“ground beetles”。系小至大型昆虫,体长自1mm至8cm,长圆形或圆柱形,色泽多晦暗,但也有具明亮金属光泽的。头前口式,常窄于前胸;复眼凸圆

或退化；触角 11 节，丝状，位于上颚基部与复眼之间；唇基不达触角基部，下颚内叶端部常无能动的钩。鞘翅表面具沟纹，树栖种后翅发达，部分土栖种左右鞘翅愈合，后翅退化。胸足适宜于疾走，或前足变短适宜于挖掘，跗节 5 节。可见腹板 6～8 节(图 5-1A)。

幼虫体细长。无上唇，上颚发达、钳状，下颚须 4 节，下唇须 2 节。触角 4 节。单眼每侧 6 枚。胸足短，5 节，可动的爪 1 或 2 枚。腹部 10 节，第 9 节有 1 对尾突，腹部气门共 8 对(图 5-1B)。

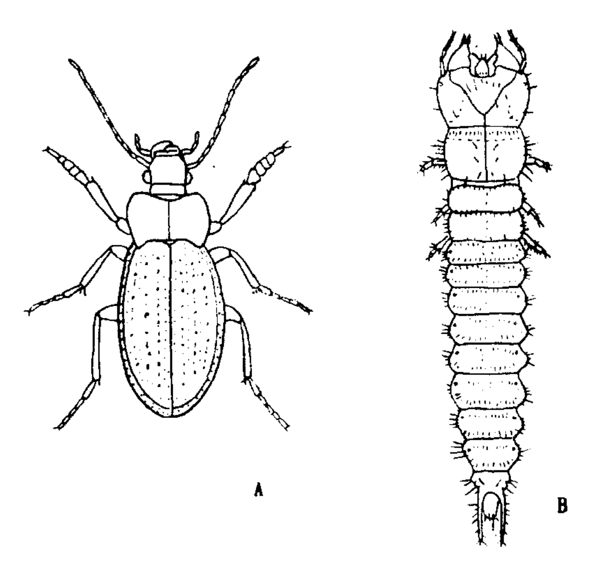


图 5-1　步甲科　(仿 smith　1986)
A. *Carabus* 属成虫　B. *Harpalus* 属幼虫

成、幼虫生活在表层土壤、地面、蚁巢中或乔、灌木上。多捕食昆虫、蜘蛛或软体动物，但有一些种类为植食性，可取食农作物或真菌，有的取食腐败物质。成虫臀腺能释放蚁酸或苯醌等防御物质。

在尸体上发现的本科种类可能既取食尸体，又捕食尸体上的其他昆虫，特别是蝇蛆。作为尸体上其他昆虫的捕食者，Smith(1986)认为重要性不如埋葬甲科 Silphidae、隐翅甲科 Staphylinidae 和阎甲科 Histeridae。夜间较易找到。

周红章等(1997)报告，在北京地区人尸上采得 3 种，它们是：① 麻步甲 *Carabus brandti* Fald，分布于北京(房山)、河北、山西、陕西、甘肃、山东。② 棒婪步甲 *Harpalus bungi* Chaul，分布于北京(清河)；朝鲜、日本、蒙古、俄罗斯(西伯利亚)。③ 虎步甲 *Asaphidion* sp.，分布于北京(清河)。在杭州室外土埋和地表猪尸上采得 8 种步甲成虫，它们是：短鞘步甲 *Pheropsophus jessoensis* Mor.、暗双步甲 *Diplous catigatus* Bates、缨懒步甲 *Bradycellus fimbriatus* Bates、绵颈步甲 *Dyschirius ovicollis* Putzeys、棕尾疾步甲 *Tachyura fussicauda* (Bates)、栗细步甲 *Clivina castanea* Westwood、喀诺步甲 *Trephionus kinoshitai* Habu 和裂细步甲 *Hololeius ceylanicus* (Nietner)。在哈尔滨，腐肉上可采得宽沟步甲 *Amara ampliata* (Bates)、普通沟步甲 *Amara communis* (Panzer)和套足青步甲 *Chlaenius pallipes* Gebler。Payne(1970)在有关猪尸的研究中，得到 14 种成虫，未发现幼虫。在死狐狸身上，Easton(1966)发现 1 种，而 Smith(1975)则未发现。Chapman 和 Sankey (1955)在兔尸上发现 *Pterostichus niger* (Schaller) 和婪步甲 *Harpalus rufipes*

(DeGeer)。Nabaglo (1973)在波兰啮齿类动物尸体上共发现9种步甲。

5.3 水龟虫科 Hydrophilidae

水龟虫,英文名"water scavenger beetles"。小至大型,外形似龙虱,但背面更隆起,腹面较平坦,黑色或鞘翅具浅色斑纹。触角6~9节,棒状部被密毛。下颚须线状,长于触角或近等长。中胸腹面常有中脊突。中、后足不扁平,边缘具长毛。跗节5节。可见腹板5~7节(图5-2C)。

幼虫细长,蛃型,黄褐色。头前口式,触角3节,单眼在头的背面,每侧5或6枚,上颚常有齿,外咽片为三角形。胸足4节或退化,单爪。腹部8~10节,第1~8节侧面有气管鳃,末节具1对尾突(图5-2 A,B)。

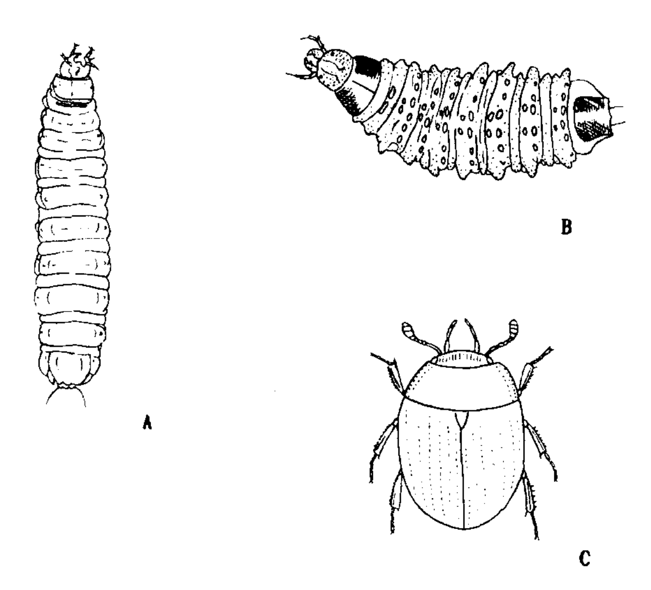


图5-2 水龟虫科 (A,C. 仿 Smith 1986, B. 仿 Bøving et al. 1938)
A. *Cercyon* 属幼虫 B. *Cryptopleurum* 属或 *Megasternum* 属幼虫 C. *Cercyon* 属成虫

成、幼虫生活在淡水、沼泽、植物残体或兽粪中,食腐败的动、植物质,有的幼虫捕食小鱼、蝌蚪,有的为害稻苗、麦苗。从科名看,本科水生,事实上,许多种类不在水中,但至少幼虫发生在潮湿条件下。有些种类发生在尸体上,已报道的有 *Cercyon*, *Cryptopleurum*, *Megasternum* 以及 *Dactylosternum* 等4个属。

Easton(见 Easton & Smith, 1970)于1969年10月26日,通过网筛人尸下(死了约17 d)表土和枯枝落叶,发现 *Cercyon terminatus* (Marsham), *Cercyon analis* Paykull 和 *Megasternum obscurum* (Marsham)。Lord, Goff et al. (1994)在美国夏威夷一缢吊死亡男性尸体及其衣服上发现有本科的 *Dactylosternum hydrophiloides* 成虫。Payne (1970)在美国进行的以猪尸体为材料的研究中,发现4种 *Cercyon* 属昆虫,它们都在新鲜猪尸体上,包括陆上或漂浮在水上的。在陆上,它们躲在猪尸体之下,由于个体小,常不被注意。Smith (1975)1972年9月27日在一死了大约31 d的狐狸尸体上,发现 *Cercyon lateralis* (Marsham)成虫,它们大概捕食当时存

在的双翅目厕蝇科 Fanniidae（国内一般作为亚科）和水虻科 Stratiomyidae 的较小幼虫。Easton（1966）和 Smith（1975）都在狐狸尸体上发现 *Megasternum obscurum*（Marsham）和 *Cryptopleurum minutum*（F.）。Easton 是在 5～6 月间，狐狸死了 5～6 个月时发现这 2 个种的，而 Smith 则在 9 月，狐狸死了 10 d 后发现 *Megasternum obscurum*（Marsham），11 月，狐狸死了 2 个半月后发现 *Cryptopleurum minutum*（F.）。

5.4 阎甲科 Histeridae

阎甲，英文名"hister beetles"或"steel beetles"。小至中型，宽圆形，亮黑褐色或具金属光泽。触角膝状，第 1 节较长，端部 3～4 节棍棒状，下颚有 2 叶。鞘翅后端截断状，常露出腹末 1～2 节。胫节宽扁，前足胫节外侧具刺或齿突，跗节 5-5-5 或 5-5-4。触角和足均可缩藏在腹面的槽中(图 5-3 B,C)。

幼虫体软、细长，体壁多皱纹。无单眼和上唇，上颚与口须突出。中、后胸特别短，尾突 2 节(图 5-3 A)。

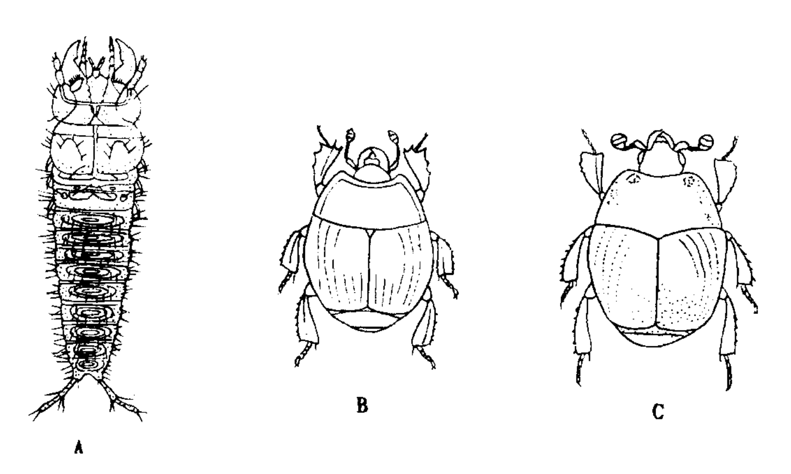


图 5-3　阎甲科　(仿 Smith 1986)
A. *Hister cadaverinus* 幼虫　B. *Hister* 属成虫　C. *Saprinus* 属成虫

本科昆虫生活在腐败物质或菌类中，捕食双翅目和夜蛾科幼虫或木材害虫，或取食动物尸体、粪便。有些种类生活在啮齿动物、蚂蚁、白蚁巢中，也有的发现于粮食仓库、加工厂中。

可以说哪里有腐烂东西，哪里就有阎甲。在美国，Payne & King(1970)于猪尸体的肿胀、腐烂期以及干尸早期都发现它们。白天常躲在尸体下面，夜间十分活跃，专食双翅目幼虫。Holdaway（1930）认为阎甲是双翅目幼虫种群数量下降的主要因子。在澳大利亚，Fuller（1934）发现阎甲成虫、幼虫都取食丽蝇幼虫和蛹。Howden（1950）报告，在美国无论实验室或田间条件下，阎甲都取食蛆虫。在芬兰，Nuorteva（1970）证实阎甲比产卵丽蝇迟到若干天，取食它们的卵和幼虫，使其种群数量明显下降。他发现 4 种阎甲 *Hister striola Sahlberg*，*Saprinus aeneus*（F.），*Saprinus planiusculus*（Motschulsky）（= *cuspidatus* Ihssen）和 *Saprinus semistriatus*

(Scriba)取食尸体上如丽蝇属 *Calliphora* 、绿蝇属 *Lucilia*、蓝蝇属 *Cynomya* 和黑蝇属 *Ophyra* 等的卵和其他虫态,而另一种阎甲 *Hister abbreviatus* F.则取食秋家蝇 *Musca autumnalis* De-Geer 的卵。腐阎甲 *Saprinus* 和 *Dendrophius* 发生在死动物、晒干食物及烟熏食物上,在那儿捕食皮蠹属 *Dermestes* 的幼虫(Hinton 1945)。在哈尔滨,腐肉上可采得直径阎甲 *Carcinops mayeti* Marseal 和小龟形阎甲 *Carcinops quattuoredcimstriatus* Stephens。

周红章等(1997)报道在北京人尸上采得 7 种,它们是:① 尖腐阎甲 *Saprinus cuspidatus* Ihssen,分布于北京(清河、房山、密云);欧洲。② *Saprinus cuspidatus* ? Ihssen,分布于北京(清河、房山)。③ 丽腐阎甲 *Saprinus splendens* ? Payk,分布于北京(清河、房山、密云)。④ 铜腐阎甲 *Saprinus aeneus* (Fabricius)分布于北京(清河、房山、密云)。⑤日本阎甲 *Hister japonicus* Marseul,分布于北京(房山);日本。⑥ 介真阎甲 *Merohister jekeli* (Marseul),分布于北京(清河、房山、密云)、江苏、浙江、福建、广东;俄罗斯、日本。⑦ *Margarinotus* ? sp.分布于北京(清河、密云)。

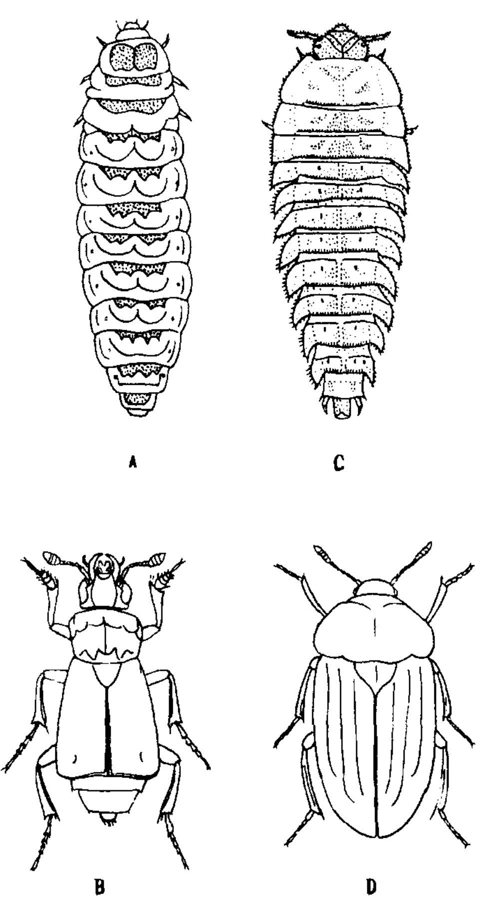


图 5-4 埋葬甲科 (仿 Smith 1986)
A,B. *Nicrophorus* 属 A.幼虫 B.成虫
C,D. *Silpha* 属 C. 幼虫 D. 成虫

Nuorteva (1977)报告在芬兰一腐败女尸之下的土壤中发现阎甲 *Hister unicolor* L. 和 *Hister striola* Sahlberg。Goff & Flynn (1991) 报告在夏威夷一男尸上采得腐阎甲 *Saprinus lugens* Erichson 成虫。Lord, Goff et al. (1994)在夏威夷尸体上除腐阎甲 *S. lugens* 外,还采得 *Atholus rothkirchi* Bickhardt。

Mégnin (1894)认为阎甲(*Hister* 和 *Saprinus*)发生在死后大约 1 年、液体全被吸收了的人尸上,但明显地它们的出现还可以早一些。

5.5 埋葬甲科 Silphidae

埋葬甲又称"葬甲"、"埋葬虫",英文名"carrion beetles"或"burying beetles"。小至中型,宽短,体壁较软,黑或红色,常有淡色花纹。触角位于额前缘,棍棒状,10 节。有或无复眼。下唇须可见,颏横长方形,前方具膜质颏下片。前足基节窝开式,基节大,圆锥形,左右相接,跗节 5 节。鞘翅端部截断状或圆形,常露出端部 3 个腹节。腹部 4 ~ 7 节(图 5 - 4 B,D)。

幼虫蛃型,两侧常具棘齿。头前口式并嵌入前胸内;每侧单眼 6 个,分为 2 群;触角 3 节。前胸宽约为头宽的 2 倍,胸足 4 节,转节小,腿节和爪大型。腹部 10 节,第 9 节端部有 1 对分节的尾突,气门位于第 1 ~ 8 节腹侧区(图 5 - 4 A,C)。

成虫和幼虫腐食性,聚集在动物尸体、排泄物附近,或生活在腐木、蚁巢中,或食蛆虫、蜗牛等,也有取食植物质的。关于其食性存在着不同见解。Steele (1927)研究本科的 *Silpha* 属和 *Nicrophorus* 属,显示有些埋葬甲成虫优先取食蛆虫,若只有尸体时将会死亡。Abbot (1937)发现埋葬甲成虫部分肉食性。Illingworth(1927)报告, *Nicrophorus* 是南加州猫尸体上双翅目幼虫种群数量下降的主要作用者之一。然而 Heymons et al.(1926)完全用肉饲养了 *Silpha obscura* L. 幼虫。Dorsey (1940)在他研究的 6 种 *Silpha* 属成虫中,发现只 1 种取食蛆虫,幼虫期都不取食蛆虫。Payne & King (1970)在美国研究猪尸时发现 *Necrophila* (= *Silpha*) *americana* L.和 *Necrodes surinamensis* (F.) 成虫只食蛆虫 ,但幼期出现在大多数双翅目幼虫已经离开猪的干尸之后,设想是取食尸体。

Easton (见 Easton et al. 1970)于 1969 年 10 月在一男尸上发现 13 头滩尸葬甲 *Necrodes littoralis* (L.),其中 1 头颚上持有蛆虫,他认为蛆虫大概是吸引这些甲虫的真正原因。周红章等(1997)在北京人尸上发现本科 5 种,它们是:①大负葬甲 *Nicrophorus fossor* Eneshas,分布于北京(清河、房山);蒙古。②小负葬甲 *Ptomascopus plagiatus* Men,分布于北京(房山);日本。③滩尸葬甲 *Necrodes littoralis* (L.),分布于北京(房山);欧洲。④曲亡葬甲 *Thanatophilus sinuatus* (Fabricius),分布于北京(清河、房山、密云);欧洲。⑤红胸葬甲 *Oeceoptoma thoracica* (L.),分布于北京(房山)、内蒙古、台湾;日本,欧洲。

在尸体之上或之下还常常发现 *Catops* 属昆虫 (图 5 - 5),该属过去通常列入埋葬甲科,但如今有认为应归属球蕈甲科 Leiodidae (= Catopidae,等)的。它们个体小,体长 5 mm 以下,褐至黑色,上表面被细绒毛。Payne (1970)在一小猪尸体上发现 *Catops* 个体多达 50 头。Easton (1966)在狐狸尸体上发现 7 种,有的在狐狸死后立即出现,而 Smith (1975)在死了 1 ~ 2 个月的狐狸尸体之下发现 *Catops tristis* (Panzer),当时蛆虫已离去。Nabaglo(1973)在波兰啮

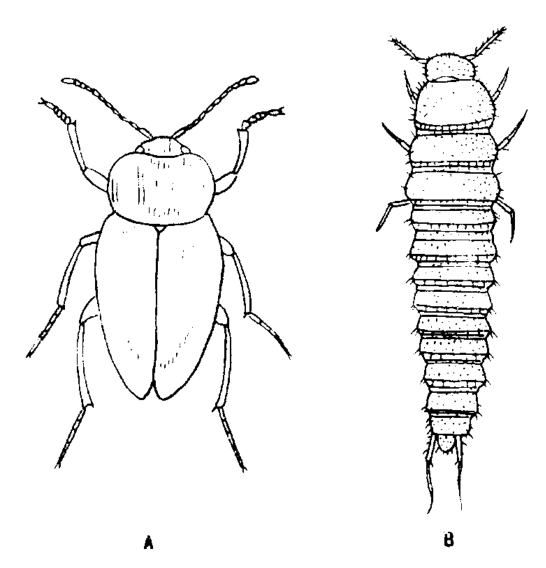


图 5-5 球蕈甲科 (仿 Smith 1986)
A. *Catops* 属成虫 B. *Catops pisipes* 幼虫

齿类动物尸体上发现 8 种 *Catops* 属昆虫。Easton(见 Easton et al.1970)在人尸体上记录了 *Catops tristis* (Panzer)。

5.6 隐翅甲科 Staphylinidae

隐翅甲又称"隐翅虫",英文名"rove beetles"。小至中型,细长,两侧近于平行或末端尖削,黑、褐色或色彩鲜艳。头前口式,有的无复眼,单眼 1 或 2 个,触角 9~11 节,线状或稍呈棍棒状。鞘翅末端截断状,露出大部分腹节,或至少露出末端 2~3 节,后翅多发达,卷褶在鞘翅之下。跗节 5 节(图 5-6 C,D)。

幼虫蛃型,多细长。头前口式,上唇前缘锯齿状,上唇与唇基常愈合,下颚须 3~5 节,下唇须 2~3 节,触角常 3 节,单眼每侧 1~6 枚或无单眼。胸足 4 节,1 爪。腹部 10 节,尾突 1 对,分节(图 5-6 A,B)。

成虫常翘起尾端。成虫和幼虫往往栖息在植物覆盖的潮湿环境或鸟兽、白蚁巢内。食腐败动、植物质,亦可为害烟草,捕食软体动物和昆虫。在尸体上本科大概是最常见的捕食者。双翅目幼虫是其主要猎物,发生在尸体上的其他幼虫也会被取食。在尸体肿胀期,也即死后几天,它们即可到达尸体,可以一直活动到不见昆虫为止。

周红章等(1997)报道在北京人尸上发现有本科昆虫 7 种,它们是:①大隐翅甲 *Creophilus maxillosus* (L.),该虫分布于古北区,国内已知分布于北京(清河、房山)、东北、内蒙古、新疆、江苏、西藏。Easton 从国外人尸上亦曾记录过。②黑长隐翅甲 *Philonthus splendens* ?(Fabricius),分布于北京(清河)。③费长隐翅甲 *Philonthus fimetarius* ?(Grav.),分布于北京(清河、密云)。④污长隐翅甲 *Philonthus sordidus* ?(Grav.),分布于北京(清河)。⑤长隐翅

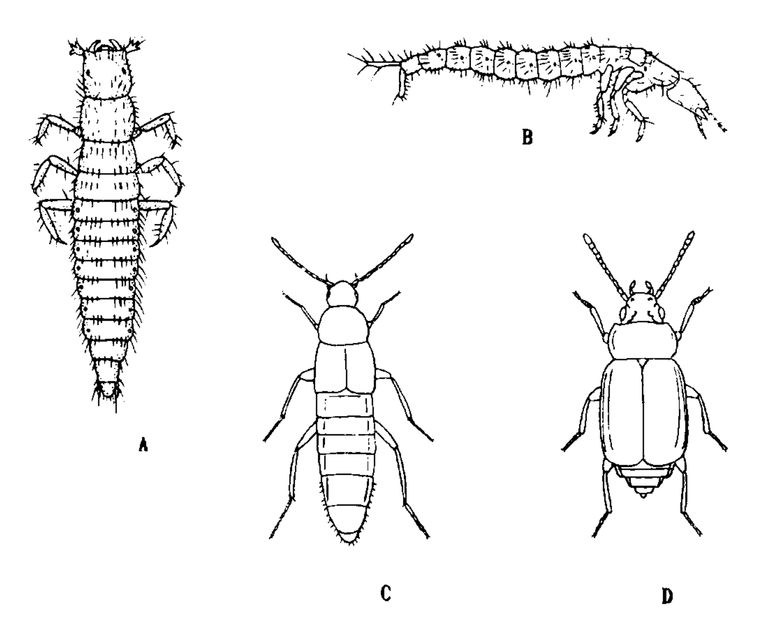


图 5-6 隐翅甲科 (仿 Smith 1986)
A. *Atheta sordida* 幼虫 B. *Philonthus* 属幼虫 C. *Oxypoda* 属成虫 D. *Anthobium* 属成虫

甲 *Philonthus* sp.,分布于北京(清河、密云)。⑥锈毛隐翅甲 *Platydraus* sp.,分布于北京(房山)。⑦前角隐翅甲亚科 Aleocharinae 1 种,分布于北京(清河)。

Easton(见 Easton et. al. 1970)记录了两起与本科有关的案件。一起是,在一新生婴儿尸体包裹物中发现 30 头 *Anthobium atrocephalum* Gyllenhal,显示抛尸时间比法医学工作者所估计的时间要长。后来根据婴儿母亲的交代是长了 9 d。在另一起男尸抛弃案件中,只发现 1 头 *Oxypoda lividipennis* Mannerheim,显示尸体在现场的时间不长,远比法医学工作者所估计的要短,后来,其他方面也证实了这一点。

在 Goff & Flynn (1991),Lord, Goff et al. (1994)报道的案例中亦都提到了隐翅甲。前者在尸体下土壤中采得长隐翅甲 *Philonthus longicornis* Stephens 成虫;后者在尸体上采得大隐翅甲 *Creophilus maxillosus* L.成虫和幼虫, *Philonthus discoides* (Gravenhorst), *Philonthus longicornis* Stephens 以及 *Thyreocephalus albertisi* Fauvel 成虫。

在杭州猪尸体上已发现 2 种,即藻角隐翅甲 *Aleochara fucicola* Sharp 和宽颈隐翅甲 *Philonthus rectangulus* Sharp。Payne et al.(1970)在美国猪尸体上发现 50 种以上隐翅甲,报告说它们白天、黑夜均活动。他们发现在暴露尸体上,隐翅甲幼虫要取食蛆虫已经迟了,而在土埋尸体上,恰恰是蛆虫很丰富的时候。他们也注意到,当双翅目幼虫爬离时,隐翅甲成虫追捕得很厉害,甚至跟踪进入土壤。Easton (1966)在 12 个月的时间内,于一狐狸尸体上发现 60 种,而 Smith (1975)自 8 月下旬至 11 月,在另一狐狸尸体上发现 11 种。Chapman 和 Sankey (1955)在兔子尸体上得到 6 种,最常见的是前角隐翅甲 *Aleochara curtula* (Goeze)。1951 年 7 月间,前角隐翅甲 *Aleochara curtula* 首次出现是在兔子死后第 3 天,第 7 天达高峰,此后数量急剧下降。Nabaglo (1973)在波兰从啮齿类动物尸体上记录了 21 种。

5.7 金龟甲科 Scarabaeidae

金龟甲又称“金龟子”，英文名“scarabs”，“June beetles”，“May beetles”，“dung beetles”或“cockchafers”。小至中型，粗壮。触角8或9节，棒状部3节，多毛。前足开掘式，中足左右远离，后足着生在体后部而远离中足，中、后足胫节端部膨大，胫节有1端距。常无小盾片，鞘翅盖住气门。腹部腹板6节(图5-7)。

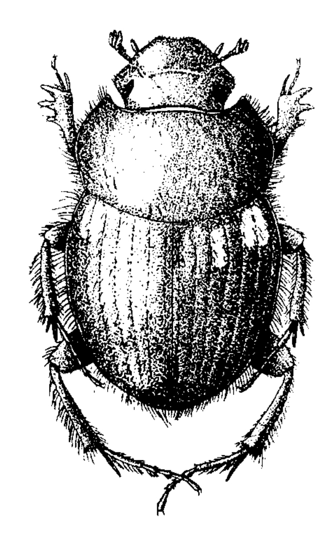


图5-7 金龟甲科 (仿 Balthasar 1963)
中华嗡蜣螂 *Onthophagus chinensis* Balthasar 成虫

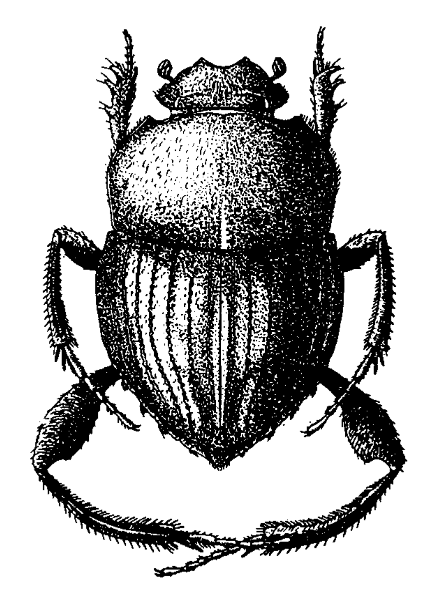


图5-8 赛西蜣螂 *Sisyphus schäefferi* (L.)
雄成虫 (仿 Balthasar 1963)

幼虫称“蛴螬”，体形弯曲，第3~5腹节特别肥大，或第3腹节背面具瘤突，体表多皱折和微毛，白或灰白色。头大而坚硬，下口式，触角4节，无单眼。唇基和上唇多硬毛、刺和小孔，下颚须3或4节，下唇须2节。胸足4节，无爪，中足长于前足。腹部9或10节，第1~7节常各分为3个亚节。气门弯曲，筛状。肛门裂隙横形。

多生活于植物根际、腐烂植物堆和粪肥中，有的出现在尸体上。

周红章等(1997)在北京人尸上采得4种，即：①赛西蜣螂 *Sisyphus schäefferi* (L.)(图5-8)，已知分布于北京(房山)、东北、华北、河南、山东；蒙古、朝鲜、非洲北部。②公羊嗡蜣螂 *Onthophagus tragus* (Fabricius)，分布于北京(房山)、东北、华北、台湾；越南、缅甸、印度、孟加拉、马来半岛、印度尼西亚(爪哇、苏拉威西)。③叉角嗡蜣螂 *Onthophagus olsouffieffi* Boucomont，分布于北京(房山)、东北、华北；朝鲜、日本、俄罗斯。④嗡蜣螂属未定种 *Onthophagus* sp. 分布于北京(房山)。

在杭州猪尸上采得2种，即三角嗡蜣螂 *Onthophagus tricornis* (Wiedemann)和巴氏嗡蜣螂 *Onthophagus balthasari* Vsetecka。Payne & King(1970)在美国暴露猪尸上发现了14种金龟甲类昆虫，大多数是本科的嗡蜣螂属 *Onthophagus* 和现在属于蜉金龟科的蜉金龟属 *Aphodius*，水

浸和土埋猪尸上则未发现。Pessoa & Lane(1941)曾对在法医上有意义的巴西种类作过记述。

5.8 粪金龟科 Geotrupidae

中至大型，粗壮，黑色。触角 11 节，棒状部 3 节，上颚和上唇突出。小盾片发达，鞘翅完全盖住腹部，表面有明显沟纹，少数种类无后翅。前足胫节宽阔，外缘齿形或扇状，后足胫节端距 2 枚，跗节细长。气门都在侧膜上(图 5-9)。

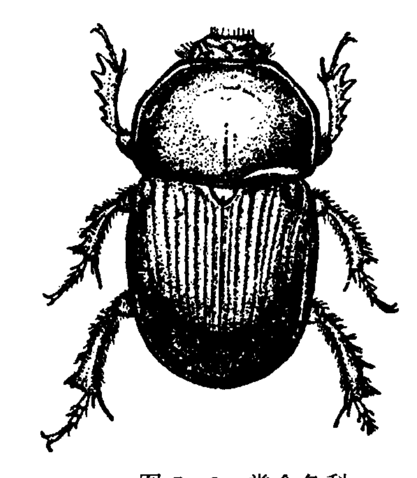


图 5-9 粪金龟科
(仿蔡邦华 1973)
滑带粪金龟 *Geotrupes laevistriatus* Motsch. 成虫

幼虫触角 3 节。中、后足常特化，中足外侧的发音横脊和后足内侧的发音齿组成发音构造，爪常退化。

成、幼虫一般食牲畜粪便、尸体、腐木或腐生菌类。尸体之下有时可见到本科昆虫所开掘的隧道。Clark (1895)指出，粪金龟属 *Geotrupes* 昆虫取食完全是在尸体和粪肥上，后来的工作也证实了这一点。

Nuorteva (1977)在芬兰部分为苔藓和腐烂树枝所遮盖的女孩尸体下土中找到了多头粪金龟 *Geotrupes stercorosus* (Scriba)。

5.9 蜉金龟科 Aphodiidae

小型。触角 9 节，叶状节能活动，扁平，且能合成实心的锤。上颚隐藏于唇基下方，颏与唇舌被缝分隔开。小盾片发达，中胸后侧片达基节。左右中足较接近，后足胫节有 2 端距。腹部气门位于 1 条直线上，各气门着生在背、腹板间的膜上，均被鞘翅盖住。腹板 6 节(图 5-10)。

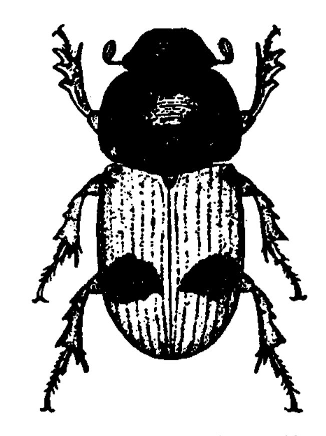


图 5-10 蜉金龟科
(仿蔡邦华 1973)
雅蜉金龟 *Aphodius elegans* Allibert 成虫

生活在兽粪中，尸体上也有发现。周红章等(1997)报告在北京人尸上采得 1 种，即：直蜉金龟 *Aphodius rectus* Motschulsky，已知分布于北京(密云)、东北、内蒙古、河北、河南、山东、台湾；朝鲜、日本、俄罗斯、蒙古。上面已经提及 Payne & King(1970)在暴露猪尸上发现多种蜉金龟属 *Aphodius* 昆虫。

5.10 皮金龟科 Trogidae

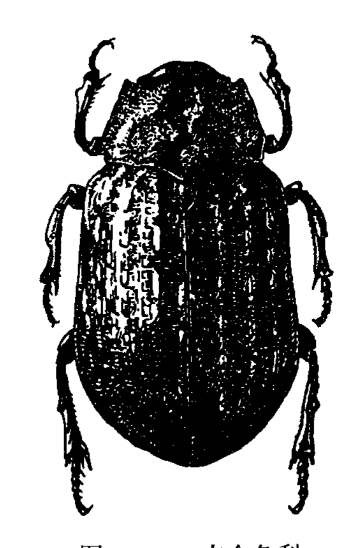


图 5-11 皮金龟科
(仿 Paulian 1945)
鲍氏皮金龟 *Trox boucomonti* Paul.成虫

皮金龟,英文名"trogid beetles"。小至中型,体表具深密刻纹。触角叶状节能活动,扁平,且能合成实心的锤。中胸后侧片不达基节。鞘翅有成行的瘤,并盖住尾节。腹部背板5节。常见的如 *Trox* 属(图5-11)。

本科常与小哺乳动物窝、鸟巢、真菌、尸体、烂鱼有联系,偶然在粪肥中。Clark (1895), Abbott (1937), Spector (1943)以及 Payne & King (1970)都报告本科取食尸体。Howden (1950)和 Reed (1958)记述它们仅被吸引到干尸上来,Payne & King (1970)发现猪尸体上有本科昆虫8种,指出既出现于干尸阶段,亦在进一步腐败阶段。

5.11 皮蠹科 Dermestidae

皮蠹,英文名"skin beetles"。体小至中型,卵圆形或长椭圆形,红褐色至深褐色或黑色,被鳞片与细毛。头向下倾斜,上唇可见,复眼大,常有单眼1个。触角棒状或锤状,5~11节,可藏于前胸腹面的沟内。鞘翅盖住腹部,后翅发达。前足基节接近,足窝开式,后足基节扁平,能盖住腿节,跗节5节。腹部5节。少数种类雌虫无翅,形似幼虫。

幼虫长圆柱形,背面观常为纺锤形或宽卵形,略扁,被长短不一的簇状毛和刺,褐色。头下口式,触角短,3节,每侧单眼1~3或6枚,下颚须3或4节。胸足4节,端部具跗爪。腹部10节,第9节常有1对尾突。

大部分肉食性,为害干鱼、咸肉、生皮张、蚕茧、生丝、毛呢服装、皮衣、地毯、动物或昆虫标本、蜘蛛和螳螂卵囊,部分植食性,为害储粮,也有两者兼食的。

皮蠹取食动物尸体的皮肤、肌肉和骨骼,发生数量可以很多。Fuller(1934)从1只羊尸的头部采集了466头幼虫,Payne & King(1970)在1头小猪的干尸体上找到50头成虫。

皮蠹属 *Dermestes* 昆虫开始出现于 Mégnin 的第3波,脂肪陈腐、发恶臭时。皮蠹属 *Dermestes*、圆皮蠹属 *Anthrenus* 和黑皮蠹属 *Attagenus* 昆虫(图5-12)也发生于尸体完全干化时,同时尚可以有谷蛾科 Tineidae 昆虫(Smith 1986)。

周红章等(1997)在北京地区人尸上采集到3种,它们是:① 拟白腹皮蠹 *Dermestes frischii* Kugelann;② 赤毛皮蠹 *Dermestes tessellatocollis* Motschulsky;③ 双带皮蠹 *Dermestes coarctatus* Harold。在哈尔滨,腐肉上亦可采得赤毛皮蠹。在 Goff, Odom et al.(1986), Lord (1990), Goff & Flynn (1991)以及 Lord, Goff et al. (1994)报道的案例中,都于尸体上发现白腹皮蠹 *Dermestes maculatus* DeGeer,在杭州室内、外猪尸体上亦均采得白腹皮蠹。Goff & Flynn (1991)还采得钩纹皮蠹 *Dermestes ater* DeGeer。Lord (1990)在另一案例中则提到,在美国某县2具老年妇女尸

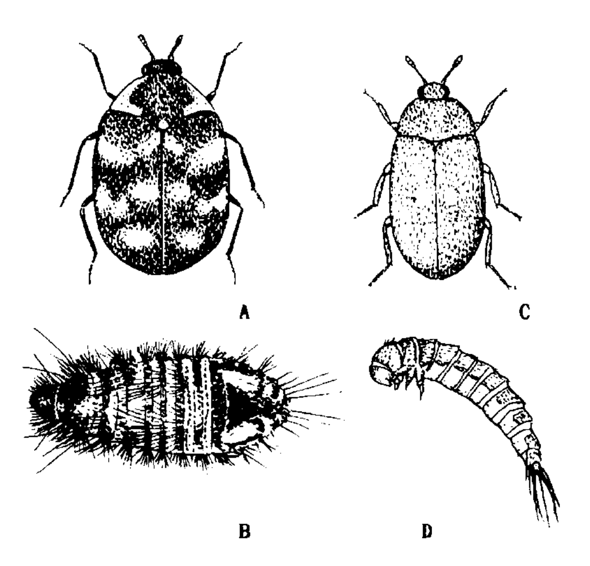


图 5-12 圆皮蠹和黑皮蠹 (仿 Smith 1986)

A,B.圆皮蠹 *Anthrenus verbasci* 成虫和幼虫 C,D.黑皮蠹 *Attagenus pellio* 成虫和幼虫

体软组织上找到了许多褐色线状物,通过分析,知系火腿皮蠹 *Dermestes lardarius* L.幼虫的粪便。

5.11.1 皮蠹属 *Dermestes*

5.11.1.1 拟白腹皮蠹 *Dermestes frischii* Kugelann

成虫体长 6~10 mm,长椭圆形,暗红褐色至黑色。头部中区着生赤褐色毛,两侧为白色毛,触角棒状。前胸背板中区毛黑色,杂有白或赤褐色毛,前端两侧为白色或黄白色毛,毛色形成几个相连接的弧形。鞘翅着生黑色毛,杂以白色毛,基部有白与红褐色斑。中胸腹板两侧褐色或黑色,后胸前侧片中部有 1 个黑毛斑。腹部被白色毛,腹板两侧各有 1 个黑色或暗褐色毛斑,第 5 腹板中央有 1 块红褐色毛斑。前胸背板布刻点,两侧缘具边并向下弯,中间圆形,后缘每侧有宽而深的波纹。鞘翅刻点行不明显。前胸腹板中部明显横隆起。雄虫在第 4 腹板中区后端有圆而浅的窝,其中密生黄色长刚毛束,雌性无(图 5-13 A,C)。

幼虫体背面中部有 1 条黄色纵带,头部额的前方每侧有 1 个大的突起,尾突末端向上方弯。

我国大部分省、区均有分布;除南美洲外,各国均有分布。

在温带年发生 3 代,以幼虫越冬,在辽宁 4 月初出现越冬代成虫。一般每代需时 29~55 d,其中卵期 2~3 d,幼虫期 18~36 d(第 1 龄 2~3 d,第 2~5 龄各 2~5 d,第 6 龄 8~13 d),前蛹期 4 d,蛹期 5~12 d。

5.11.1.2 赤毛皮蠹 *Dermestes tessellatocollis* Motschulsky

成虫体长 7.5 mm 左右,宽约 3 mm。长椭圆形,黑色,着生刻点,头与前胸背板披赤色

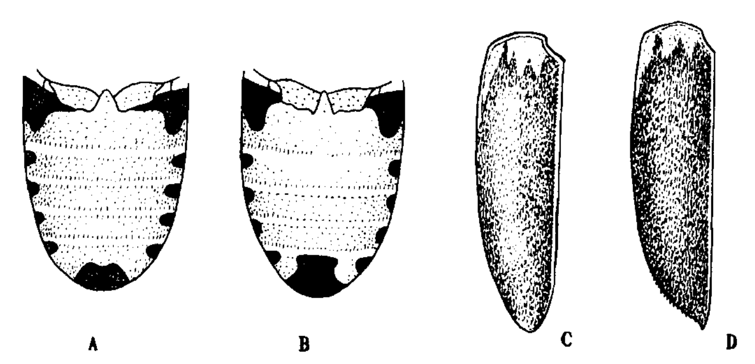


图 5-13 拟白腹皮蠹与白腹皮蠹形态比较 （仿邓望喜等 1992）
A,C.拟白腹皮蠹 *Dermestes frischii* Kugelann 腹部腹面和鞘翅
B,D.白腹皮蠹 *Dermestes maculatus* DeGeer 腹部腹面和鞘翅

毛。触角棒状,11 节。前胸两侧呈波纹状。鞘翅覆稀疏的白色短毛,腹面密生倒伏的黄白色绒毛。后胸前侧片有 2 个黑斑。第 5 腹板两侧后缘有波形的黑斑伸展到前侧角。足着生白色或黑色绒毛,前足腿节后面中部横列 1 条狭窄的白色至淡褐色毛带,中、后足腿节前面中部横列 1 条狭窄的白色毛带,胫节末端有 1 根刺。雄虫第 3 和第 4 腹板近后缘中间各有 1 黄色刚毛束(图 5-14 A)。

幼虫头部额的前方两侧有突起,背线宽,尾突端部弯向前上方(图 5-14 B)。

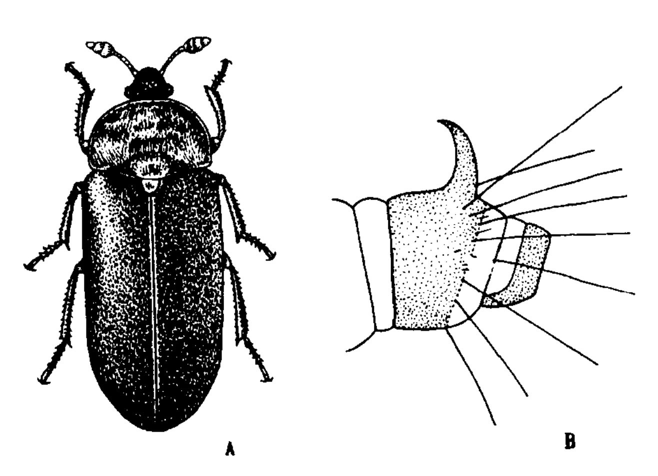


图 5-14 赤毛皮蠹 *Dermestes tessellatocollis* Motschulsky （仿邓望喜等 1992）
A.成虫 B.幼虫末端

分布遍及我国各省区以及朝鲜、日本、俄罗斯。

年发生 1 代,以成虫或蛹越冬。每雌约产卵 200 粒,成虫寿命可长达 250 d。幼虫通常 8 龄。

5.11.1.3 双带皮蠹 *Dermestes coarctatus* Harold

成虫体长 8 mm 左右,长椭圆形,黑色,着生浅褐色毛。口器、复眼黑褐色。触角 11 节,

末端3节棒状,赤褐色。前胸背板宽,背面隆起,布刻点。鞘翅覆盖腹部,10条刻点行,覆浅褐色毛。腹板两侧各有1个白色斑纹。雄虫第3和第4腹板中部各有1个三角形小窝,窝中着生褐色刚毛刷。足暗褐色至赤褐色,基节圆锥形,转节卵圆形,胫节长圆锥形,覆褐色毛,跗节5节,具2爪。

成长幼虫体长18 mm左右,深褐色。口器淡赤褐色;6个单眼着生于触角后方;触角4节,第3节最长,第4节小。体背面有1条浅褐色纵线,第12节背部具1对赤褐色棘。

国内已知分布于黑龙江、辽宁、北京、内蒙古、甘肃;国外分布于世界各国。

年发生2代,以成虫、蛹或老熟幼虫越冬;成虫多夜间活动,每雌产卵数十粒至200余粒,最多可达400粒。

5.11.1.4 白腹皮蠹 *Dermestes maculatus* (DeGeer)

成虫体长5.5~10 mm,长椭圆形,赤褐色至黑色,背面密生黄褐色、白色及黑色细毛。头的两侧及额区大部分,前胸背板前缘及两侧密被白色毛。腹面大部分着生白色毛,后胸腹板前侧片有1个椭圆形黑色毛斑;腹部各腹板两侧的前角有黑色或暗褐色毛斑1个;第5腹板中央有呈"凸"形的黑色毛斑1个。头小,向下弯,触角11节,末3节膨大。鞘翅边缘在末端之前有几个小而尖的锯齿,端角向后延伸成细刺。雄虫第4腹板后半部中央有1个圆形浅窝,由此簇生长而直立的黄色刚毛(图5-13 B,D;图5-15)。

图5-15 白腹皮蠹 *Dermestes maculatus* (DeGeer)
(仿Smith 1986)

卵圆形,一端略宽,初产时乳白色,孵化前呈褐色。

成长幼虫体长约10 mm,近圆筒形,背隆腹平,各节背面有褐色长粗毛。头部较大,额上横列1对小瘤突。背线较宽,黄色略呈断续状,不达腹部末端。腹部末端着生1对尾突,其端部弯向前上方,基部较粗,然后突然变细至端部逐渐收缩成尖。足褐色,胫节后面末端上部有1细长刚毛,下部有1对基部相连而端部分叉的粗刺,在长刚毛与粗刺之间无刚毛和细刺。

蛹长约5.5~8.5 mm,扁纺锤形,开始乳白色,后来背中部渐呈棕褐色,最后全体深褐色,全体散生微毛。雌蛹第8腹节有1指状突。

全世界广泛分布,国内普遍分布。

白腹皮蠹年发生3~6代,生活周期长短常因温、湿度和食料而异。以老熟幼虫及蛹或成虫在食物残渣下、蛀孔内或墙缝等处越冬。在杭州翌年4月下旬至5月上旬开始活动。第1代平均历期73.0 d,第2代平均43.8 d,第3代部分于当年完成全世代,平均历期64.0 d。各代各虫态历期及各代发生时期见表5-1。

初羽化成虫在原处静止一段时间后钻入干肉缝隙内取食。羽化后3~5 d开始交配,雌雄均可交配多次。交配持续时间由几分钟到几十分钟不等。雌虫于交配后5~7d开始产

表 5-1　白腹皮蠹各代各虫态历期(d)及各代发生时期　(1995～1996　杭州)

世代	卵	1 龄	2 龄	3 龄	4 龄	5 龄	6 龄	7 龄	蛹	成虫产卵前期	全世代	发生时期	平均温度和相对湿度
Ⅰ	2.0	7.0	3.9	3.8	3.5	5.6	13.5	16.5	9.5	7.7	73.0	5 月上旬～7 月上旬	23.5℃,80.5%
Ⅱ	1.3	2.7	2.1	2.2	2.7	3.5	8.3	7.8	5.6	7.6	43.8	7 月上旬～8 月上旬	31.1℃,65.5%
Ⅲ	2.4	2.2	2.3	2.7	2.6	3.1	5.9	9.6 部分越冬	8.9 部分越冬	24.3 部分越冬	64.0	8 月上旬～	24.9℃,77.0%

卵,极少数个体不经交配也可产卵,但此等卵不能孵化。卵一般散产,多分布在食物的残屑中,或在干肉上较湿润的缝隙处。每雌一生平均产卵 13.4 次,每次平均产卵 6.3 粒。在平均 29.6℃、相对湿度 72.2%、饲以干肉条件下,雄成虫平均寿命 47.5 ± 17.5 d,雌成虫 50.2 ± 19.4 d。个体间寿命差异较大。

白腹皮蠹幼虫既可取食干化的肉类,也可取食新鲜的肉类。在取食猪肉的条件下,一般幼虫期蜕皮 6～7 次,最多可达 11 次。各龄历期也存在较大差异,一般以末龄历期最长。停止取食的幼虫一般到蛀孔内或缝隙处静止并逐渐化蛹。绝大部分幼虫在其蜕皮内化蛹,少数可自蜕皮下脱出。化蛹不整齐。

白腹皮蠹幼期在不同恒温下的平均历期见表 5-2,发育速率与温度间线性回归方程见表 5-3。

表 5-2　白腹皮蠹幼期在不同温度下的平均历期(d)　(1996　杭州)

发育阶段	18℃		21℃		24℃		27℃		30℃		33℃	
	虫数	历期	虫数	历期	虫数	历期	虫数	历期	虫数	历期	虫数	历期
卵	60	7.04	60	4.04	60	4.92	60	2.00	100	2.43	100	1.82
1 龄	57	8.95	47	4.75	46	3.41	53	3.13	48	2.70	55	2.36
2 龄	40	9.84	35	4.59	41	3.77	46	2.54	42	2.52	32	2.00
3 龄	33	9.44	35	4.06	39	3.64	45	2.70	41	2.59	27	2.45
4 龄	33	8.44	35	4.53	37	3.59	45	3.13	40	2.48	27	2.00
5 龄	31	9.00	35	6.43	37	5.23	45	4.52	40	3.59	27	2.73
6 龄	31	12.00	33	16.41	37	14.73	42	10.56	39	4.67	27	3.40
7 龄	31	27.91	24	17.50	34	6.00	35	10.33	38	9.91	27	6.38
8 龄	18	21.00	5	13.65	3	12.00	9	9.60	30	9.00	20	7.67
9 龄	3	21.50	1	22.00	2	21.00	2	9.00	5	13.00	9	8.00
10 龄									2	12.50	2	8.00
蛹	25	22.00	33	11.00	37	10.55	38	6.76	35	5.96	26	4.78

表 5-3 白腹皮蠹发育速率与温度的关系 （1996 杭州）

发育阶段	回归方程式	r
卵	$y = -0.3456 + 0.027x$	0.8967
1 龄	$y = -0.2136 + 0.0196x$	0.9815
2 龄	$y = -0.3327 + 0.0253x$	0.9843
3 龄	$y = -0.1906 + 0.0192x$	0.9499
4 龄	$y = -0.2956 + 0.0236x$	0.9917
5 龄	$y = -0.1888 + 0.0161x$	0.9777
6 龄	$y = -0.2358 + 0.0145x$	0.8609
7 龄	$y = -0.0529 + 0.0062x$	0.6674
8 龄	$y = -0.411 + 0.0051x$	0.9959
蛹	$y = -0.1405 + 0.0105x$	0.9818

注：除 7 龄幼虫外，其余均线性相关显著或极显著。

5.11.1.5 钩纹皮蠹 *Dermestes ater* DeGeer

成虫体 7~9 mm，体椭圆形，背面亮暗褐色至黑色，腹面暗红褐色。头小，下倾，无单眼，触角 11 节，末 3 节膨大呈锤状。前胸背板在近后端 1/3 处最宽。体背面密生较长的褐色毛，鞘翅着生黑色毛，其间杂有少量淡色毛，有宽而浅的不明显刻点列。腹部被淡黄色毛，并散布有暗褐色毛斑，腹部两侧下陷的线完整，第 1 腹板的侧陷线近基部向内弯曲，基端终止于后足基节侧缘。雄性第 3 和第 4 腹板中央各有圆形浅窝 1 个，由此生出黄色直立毛束（图 5-16 A，B）。

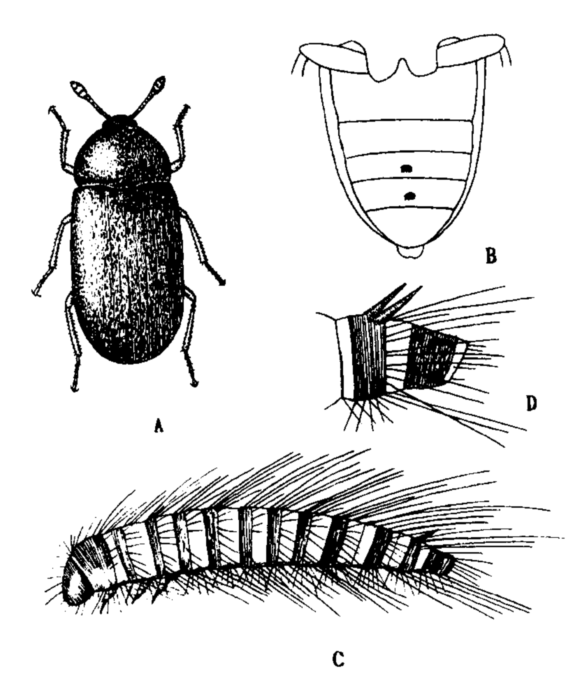


图 5-16 钩纹皮蠹 *Dermestes ater* DeGeer （仿邓望喜等 1992）

A. 成虫 B. 雄成虫腹部腹面 C. 幼虫 D. 幼虫腹部末端

卵长约2 mm,宽约0.6 mm,长椭圆形,一端较圆大,表面粗糙,淡黄白色,有光泽。

成长幼虫体长12~17 mm,背面隆起,腹面平坦,呈长圆筒形,前端较粗,后端较细。全体密生长粗毛,额上无瘤突。中胸至腹末前半褐色,后半部黑褐色,背线橙黄色,宽而明显。臀突侧面观呈直形,与第9腹节大体等长。足褐色,胫节后面末端的上部有1粗刺,腹面有1对基部相连、端部叉开的粗刺(图5-16 C,D)。

蛹长约10 mm,宽约3 mm,扁纺锤形,淡黄白色,散生黄褐色细毛。前翅伸达第3腹节后缘,后足伸达第3腹节中部。各腹节两侧各有1簇黄褐色细毛,腹面后缘各有1列黄褐色细毛。腹末节着生黄褐色毛丛,背面有赤褐色棘刺1对。

国内分布普遍,国外分布广泛。

一般每年发生2代,以成虫、蛹或幼虫群集越冬。每雌平均产卵约250粒,产卵期可达数月。幼虫6~8龄,成虫和幼虫均有假死性。卵期在春季约为7 d,夏季2~3 d;幼虫期28~60 d;蛹期8~9 d。

5.11.1.6 火腿皮蠹 *Dermestes lardarius* L.

成虫体长7~9.5 mm,黑色,有光泽。触角及跗节暗褐色。头部着生黄褐色或黑色毛;前胸背板着生黑色毛,周缘有灰黄色毛斑数个,后缘(有时连同侧缘)着生灰黄色毛。鞘翅端部1/2~3/5着生黑色毛,基部着生灰黄色毛,在灰黄色毛带内,每鞘翅有4个黑色毛斑,近肩部1个最大,其余3个靠近,有时几相连。腹面及足着生黄褐色至黑色毛。雄性第3和第4腹板近中央各有圆形凹陷1个,由此着生直立黄色毛束(图5-17 A)。

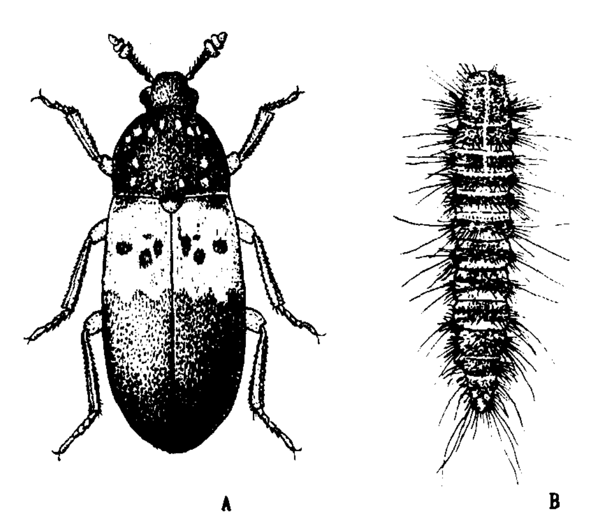


图5-17 火腿皮蠹 *Dermestes lardarius* L. (仿Smith 1986)
A.成虫 B.幼虫

幼虫额区无瘤突;胸腹部大部分深黑褐色,小部分淡褐色。背线暗褐色,极细,不明显。腹部第3~9背板密生大量细缘毛;第3~8背板的后突极发达,在后突列的正后方着生1列短而直的具刺刚毛,此刚毛以第5~7背板上的最显著,第6与7节背线两侧各有后突7个。

臀突端部弯向下方,两臀突基部距离远小于臀突基部的宽度。各腹节腹面的后缘毛中有若干长刚毛,其长度等于2个腹节的和(图5-17 B)。

蛹长约8 mm,宽约2.5 mm,扁纺锤形,淡黄色,散生黄褐色细毛。前翅伸达第4腹节后缘,后足端部伸至第5腹节中部。胸背中央密生褐色粒状突起,排成宽阔纵列。各腹节背面两侧有较多黄褐色细毛;口形凹陷位于第2~7腹节背面节间。腹末无棘突。

国内已知分布于新疆、广西等地,国外广泛分布。

年发生1代,以成虫越冬。成虫寿命可长达1年以上,每雌产卵102~200粒。17~20℃时卵期7~9 d,24~28℃时为2.5~3.5 d。幼虫期一般35~80 d,高温可延长幼虫期,蛹期8~90 d。

国内仓储中,常见为害肉食品的皮蠹尚有:毛毡黑皮蠹 *Attagenus piceus* (Olivier)(图5-18)等,估计亦可以在尸体上出现。

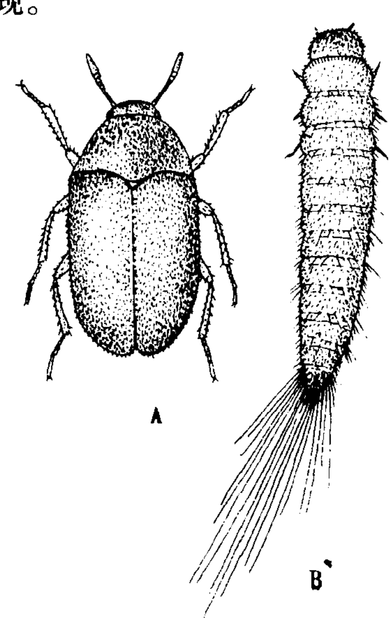


图5-18 毛毡黑皮蠹 *Attagenus piceus* (Olivier) (仿邓望喜等 1992)
A. 成虫 B. 幼虫

5.12 蛛甲科 Ptinidae

蛛甲或蛛蠹,英文名"ptinid beetles"或"spider beetles"。小型,体长2~4 mm,卵形或蛛形,体色暗黑。触角长,丝状或念珠状,11节,或2或6节,着生在额上方深沟内。前胸无侧缘。鞘翅后方圆而突出,盖及腹末,表面具纵列刻点或平滑。前、中足基节相接触,后足基节分离,腿节棍棒状,跗节5节。可见腹板5节(图5-19 A)。

幼虫蛴螬型,体表多长毛,乳白色。头下口式,触角2节,无单眼,上颚锥形或齿状,无臼叶,下颚须3节,下唇须仅1节。胸部和腹部近于等宽,胸足4或5节,有爪。胸部气门在前胸前缘,腹部气门位于第1~8腹节(图5-19 B)。

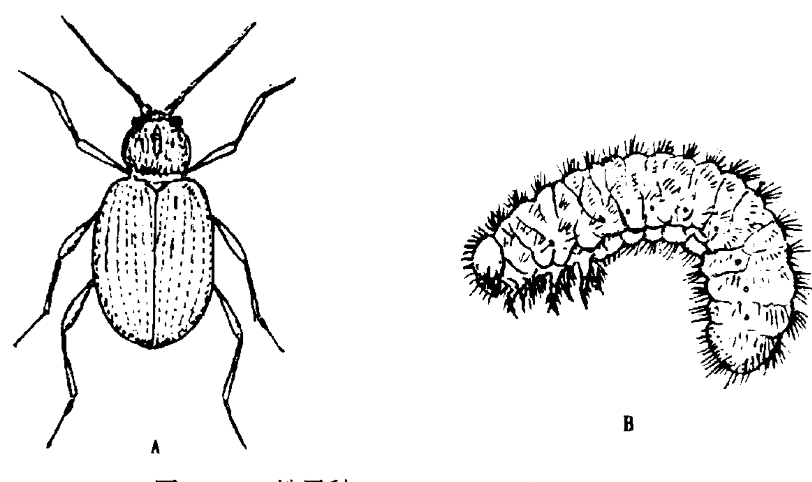


图 5-19 蛛甲科 *Ptinus tectus* （仿 Smith 1986）
A. 成虫 B. 幼虫

幼虫取食干燥动植物性物质，如木材、仓储物、药材、羽毛、杂骨和标本。成虫可取食干尸，在人尸上列入 Mégnin 的第 8 波。

5.13 郭公甲科 Cleridae

郭公甲或郭公虫，英文名"checkered beetles"或"clerid beetles"。小至中型，长而多毛，黑或红色。头略呈下口式，触角 11 节，位于额侧，下唇须末节斧状。前胸窄于鞘翅基部，鞘翅覆盖腹部末端。前足基节圆锥形，后足基节小，横形，跗节 5 节，第 1 和第 4 节很小，第 2～4 节腹面具膜质物。

幼虫长形或圆柱形，稍扁，多毛，红或褐色。前口式，单眼每侧 1～5 枚，触角 3 节。前胸背板骨化，胸足 4 节，有跗爪。腹部 10 节，第 9 腹节背板角质化，盾状，有或无角状尾突。

成虫、幼虫均捕食性，发生在花上、因蛀虫死亡或逐步死亡的树上以及动物尸体上，也有的取食花粉，蛀食仓储火腿、干酪、动物性药材、椰子肉等。Clark (1895)说郭公甲属 *Necrobia* 大概取食蝇蛆，但在美国，Payne & King (1970)发现赤足郭公甲 *Necrobia rufipes* (DeGeer)只食尸体。

在 Goff, Odom et al. (1986), Lord (1990), Goff & Flynn (1991)以及 Lord, Goff et al. (1994)报道的案例中都在尸体上(有的并在尸体下土壤中)采到赤足郭公甲。在国内，周红章等(1997)在北京(清河)人尸上亦发现赤足郭公甲。Lord, Goff et al. (1994)还采到赤颈郭公甲 *Necrobia ruficollis* (F.)。

5.13.1 郭公甲属 *Necrobia*

15.13.1.1 赤足郭公甲 *Necrobia rufipes* (DeGeer)

成虫体长 3.7～7 mm，长椭圆形，呈金属蓝绿色。触角基部 3～5 节赤褐色；棒节 3 节，末

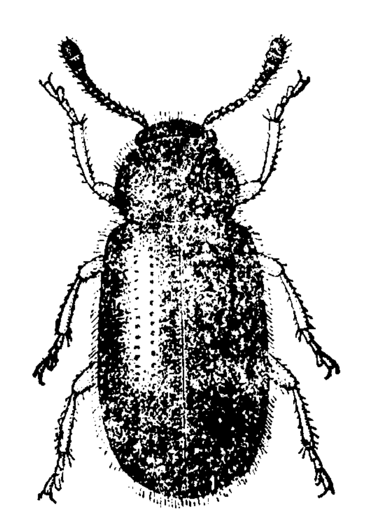


图 5-20　赤足郭公甲 *Necrobia rufipes* (DeGeer)成虫（仿邓望喜等　1992）

节最大，方形。前胸背板宽，前端窄于后端，后缘角钝圆，小刻点密生。小盾片小，半圆形。鞘翅基部宽于前胸背板，后端向后与内侧倾斜呈圆形，布有刻点行和细毛。足赤褐色。腹部腹面全为深蓝色(图 5-20)。

卵长约 1 mm，宽约 0.25 mm，形似香蕉，两端略尖细，半透明，后呈乳白色。成长幼虫体长 9～10 mm，宽 2 mm，细长圆筒形，腹部第 5～7 节略宽。头、前胸及臀板红褐色，其余近白色，有淡紫斑。全体生有长短不一的褐色毛。每腹节背面有皱纹 2 个。末端生有 2 个尖形、向外弯的尾突。

蛹长约 5 mm，宽约 2 mm。疏生淡黄色微毛，头、翅芽及足白色，腹部紫色，背线白色，羽化前呈青黄色。后足伸达第 5 腹节，后翅伸达第 7 腹节。腹末有臀突 1 对。

世界分布，国内已知分布于北京、甘肃、新疆、山东、浙江、福建、广东、广西、海南、贵州。

在华南年发生 4～6 代，华中 2～4 代，华北不超过 2 代，湿热地区可终年繁殖，冬季温度低则以幼虫越冬。卵常成堆，多产在食物、墙壁、包装物等的缝隙中。25℃下，卵期 8 d，30℃时，则为 4 d。幼虫 3～4 龄，老熟后选择干燥隐蔽场所做茧化蛹。茧粗糙，由分泌的泡沫状物质形成。在 30℃、相对湿度 70%～81%时，蛹期约 6 d。成虫善飞翔，有假死性，寿命可长达 1 年余，产卵期长，产卵量平均可达 1 476 粒，以开始第 1 天产卵最多。成虫、幼虫均有自相残杀习性。为害干鱼、火腿、腌肉、生皮张、畜骨、动物性药材、干果类，捕食酪蝇的幼虫和本虫种的卵、幼虫、蛹。

5.13.1.2　赤颈郭公甲 *Necrobia ruficollis* (Fabricius)

成虫与赤足郭公甲相似，明显不同处在于：头基部及腹面、前胸、鞘翅基部 1/4、后胸腹板及足均为赤褐色，头的前端和鞘翅其余部分蓝至蓝绿色，有金属光泽(图 5-21)。

成长幼虫长约 9 mm，灰白色，扁长形，从中部以后稍宽。头部有褐色突起 2 个。胸腹背面不规则地散布有暗或淡色斑点，每节前侧端各有 1 黑斑。第 3～8 腹节背面有中纵纹。末端着生尾突 1 对。

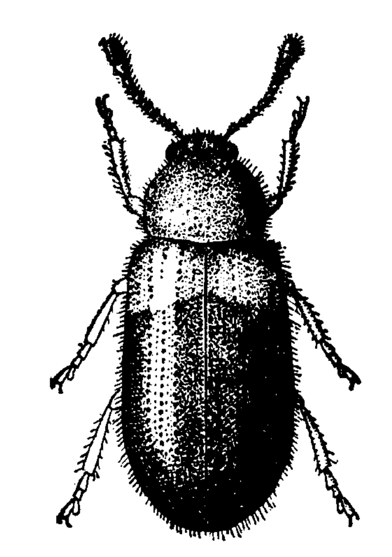


图 5-21　赤颈郭公甲 *Necrobia ruficollis* (Fabricius) 成虫（仿邓望喜等　1992）

国外分布广泛，国内已知分布于辽宁、上海、浙江、福建、江西、湖南、广东、广西、贵州等地。

年发生数代,以幼虫越冬,次年4~5月化蛹,蛹期约2周。

在国内常见为害动物性储藏物的尚有玉带郭公甲 *Tarsostenus univittatus* (Rossi)等,估计亦有可能在尸体上出现。在哈尔滨,腐肉上可采得淡紫郭公甲 *Necrobia violacea* (L.)。

5.14 露尾甲科 Nitidulidae

露尾甲,英文名"sap beetles"或"nitidulid beetles"。小型,体长多为2~4 mm,倒卵形或椭圆形,深褐色或黑色。触角11节,球杆状,除短翅露尾甲亚科 Cateretinae 外,头部腹面在口器两侧常有极发达的触角沟;上唇常为叶状。前胸背板横宽,鞘翅短,露出腹末1~4节,或盖住腹末。足短;基节左右隔离;跗节5节,第1~3节膨大,腹面具毛,偶有4或3节的。可见腹板5节(图5-22)。

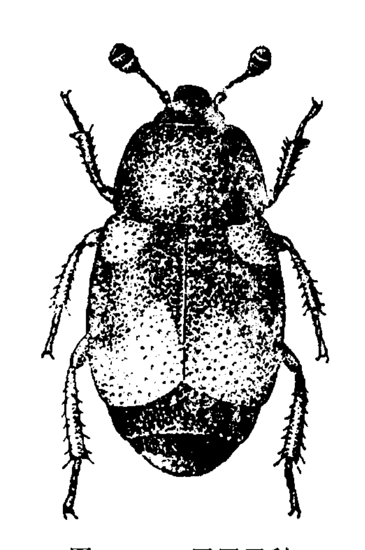


图5-22 露尾甲科
(仿邓望喜等 1992)
黄斑露尾甲 *Carpophilus hemipterus* (L.)成虫

幼虫蛃型。头前口式,触角3节,单眼每侧3或4枚,有上唇,上颚梳状,下颚须3~4节,下唇须仅1节。前胸稍长于中胸,中、后胸大小、结构相似,胸足4节,有跗爪。腹部10节,第10节小,臀板具2对突起。

大多在树上取食汁液或腐烂果实,许多生活于花或真菌上,但有些发生在尸体上,少数捕食性。

周红章等(1997)在北京人尸上采得3种,鉴定到种的是短角露尾甲 *Omosita colon* (L.)已知分布于北京(清河、房山)、东北、内蒙古;亚洲、欧洲、北美。另有 *Carpophilus* 属2种,分布北京(清河)。

在杭州猪尸体上发现2种,即脊胸露尾甲 *Carpophilus dimidiatus* Fabricius 和污露尾甲 *Omosita discoidea* (Fabricius)。Payne & King (1970)在猪尸体的干燥阶段,发现9种,和皮蠹科生活在一起。他们注意到,与皮蠹相比,露尾甲更喜欢较湿润的皮肤。

5.15 拟步甲科 Tenebrionidae

拟步甲或拟步行虫,英文名"darkling ground beetles"或"tenebrionid beetles"。小至大型,形态多变化,常黑或赤褐色,暗淡或具光泽。头前口式,触角10或11节,棍棒状或丝状。鞘翅常在中部以后愈合,后翅退化。前足基节窝闭式,前、中足基节分离,跗节5-5-4,爪简单。生活在沙漠中的种类足和胫节延长,跗节宽,爪发达,足的背腹面密生长毛。腹部腹面可见5节(图5-23 A)。

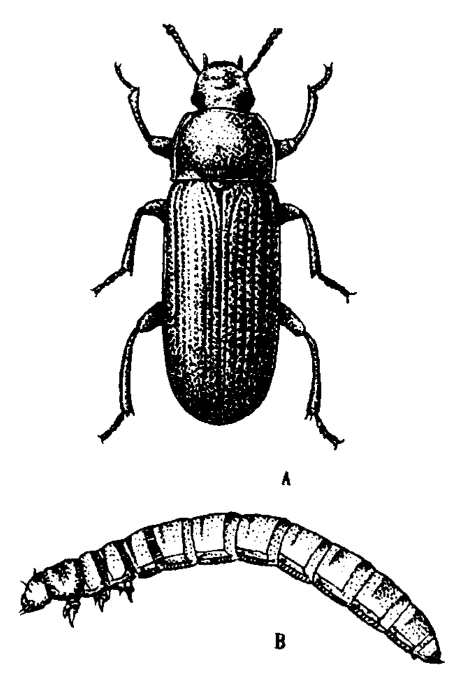


图 5-23 拟步甲科 *Tenebrio molitor* (仿 Smith 1986)
A.成虫 B.幼虫

幼虫细长,略呈圆筒形,形似叩头虫的幼虫,黑、褐或白色。头下口式,触角 2 或 3 节,第 2 节长,单眼每侧 4 枚。唇基明显,有上唇,上颚具磨区,下颚须 3 节,下唇须 2 节。胸足 4 节,具跗爪。腹部 9 或 10 节,第 9 节有短的尾突,分 2 节。气门椭圆形,位于前胸和 1~8 腹节(图 5-23 B)。

常见于土壤、石块、垃圾、松散树皮下,食种子、根、菌类、粪便等或在蚁巢、鸟巢中。在荒漠、沙丘、干燥地区可成群出现为害农作物,多种是仓储重要害虫。成虫遇攻击时,臀腺能放出含苯醌或烃类化合物。

周红章等(1997)报告,在北京人尸上采得 1 种,即细土潜 *Goncephalum pusillum* ?(Fabricius)已知分布于北京(清河)和欧洲。

本科与蛛甲科 Ptinidae 一起,在人尸上被列于 Mégnin 的第 8 波。

5.16 蚁形甲科 Anthicidae (= Notoxidae)

蚁形甲体小如蚁。头大、向下,复眼椭圆形,略具粗颗粒,复眼后方细缢,触角 11 节,生于额两侧。颈甚小,前胸狭于鞘翅,缺侧缘。前足基节圆锥形,相互连接,基窝开口,中足基节亦相连,后足基节稍隔离,爪无齿。腹部 5 节,第 1 节长于第 2 节(图 5-24)。

Fuller (1934)发现,在澳大利亚本科的 *Anthicus hesperi* King 与尸体有关。Payne & King(1970)在美国猪尸的进一步腐烂和干尸阶段记录了本科 4 个种。

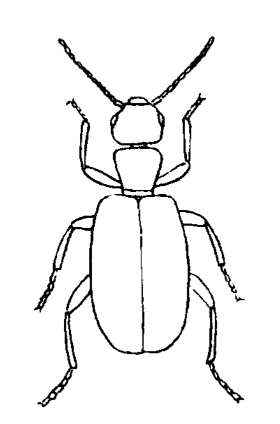


图 5-24 蚁形甲科 *Anthicus* 属成虫 (仿 Smith 1986)

5.17 啶蜡虫科 Rhizophagidae

啶蜡虫小型,不少体长为 2.0~2.5 mm,扁平。触角 10 节,棍棒状。上唇与唇基愈合,下颚发达,分内外 2 叶。鞘翅末端截断状,露出腹末。前足基节窝闭式,爪简单。跗节在雌虫均 5 节,雄虫后足跗节为 4 节。腹部各腹板均可活动(图 5-25)。

常发现于树皮下。它们曾在许多动物尸体上被发现(Howden 1950),包括死鱼上(Walker 1957)。Payne & King (1970)在猪尸的腐烂后期发现

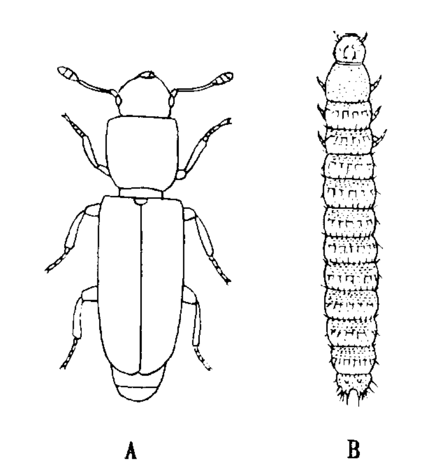


图 5-25　喙蜡虫科 *Rhizophagus* 属
（仿 Smith　1986）
A.成虫　　B.幼虫

本科 *Monotoma* 属 3 种。

本科与土埋人尸关系密切，欧洲产 *Rhizophagus parallelocollis* Gyllenhal 被列入 Mégnin 的第 4 波。该虫体长 3~4 mm，赤褐色，常居朽木、麦粒中，往往发生成群，蛀食人尸，尤多见于墓地附近，常与 1 种蚤蝇 *Phora aterriona* 幼虫同时蛀食。

明李时珍曾录裴渊《广州记》，云："林任县有甲虫，嗜臭肉，人死食之都尽，纷纷满屋，不可驱。"晋张华《博物志》写道："广州南数郡，人将死便有飞虫，状如麦，集入舍中，人死便食，不可断遣，惟残骨在乃去，惟以梓板作器则不来。"《南史·林邑国记》云："广西南界有'喙蜡虫'，食死人，惟豹皮覆尸，则不来。"以上诸说所指甲虫，根据其形态性状，是指 *Rhizophagus* 属昆虫无疑（蔡邦华　1973）。

5.18　其他鞘翅目昆虫

有些科，包括拟球甲科 Corylophidae、缨甲科 Ptiliidae、六蕈甲科 Erotylidae、小蕈甲科 Mycetophagidae、薪甲科 Lathridiidae、伪瓢虫科 Endomychidae、长朽木甲科 Melandryidae（ = Serropalpidae）和隐食甲科 Cryptophagidae（图 5-26）亦可从尸体上采得，如 Payne & King（1972）从美国南卡罗来纳州猪尸上采得六蕈甲科的 *Tritoma erythrocephala* Lacordaire，*Tritoma affinis* LeConte，*Tritoma atriventris* LeConte 和 *Triplax festiva* LeConte，周红章等（1997）从北京人尸上采得隐食甲科的异隐食甲 *Cryptophagus distinguendus* Sturm（分布于北京密云；亚洲、欧洲、非洲北部），但它们大概专门取食尸体上的真菌。还有若干其他科，作为偶然的捕食性昆虫，或者是偶然的到访者、闯入者亦发现于尸体，在法医学上意义都不大。

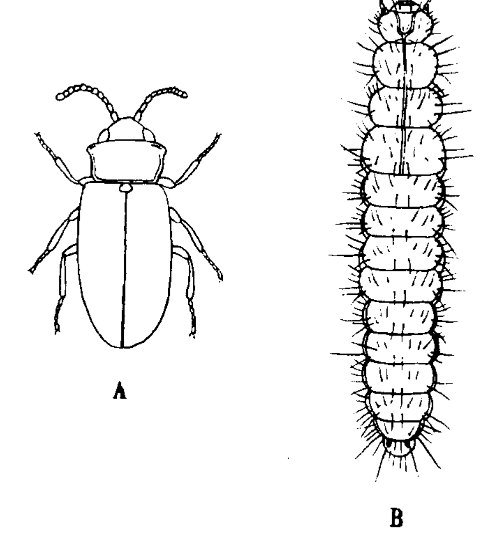


图 5-26　隐食甲科　（仿 Smith　1986）
A. *Cryptophagus* 属成虫　B. *Atomaria ruficornis* 幼虫

在水生性甲虫中，除水龟虫科 Hydrophilidae 外，尚有龙虱科 Dytiscidae、沼梭甲科 Haliplidae 以及部分花萤科 Cantharidae 昆虫为肉食性种类。据笔者观察，龙虱成虫可取食投入水中的鲜肉。估计这些科的甲虫应能取食水中的尸体。

在引起中毒方面，甲虫也可以有牵连。不过，中毒大多由于自杀或误食，通过毒物来进

行的谋杀是比较少见的(Simpson　1980)。

Cantharides 大概是最著名的昆虫毒物,它们来自芫菁科 Meloidae 的西班牙芫菁 *Lytta vericatoria* (L.)及其近缘。这些甲虫的可以识别的碎片曾在埋葬了几个月的人胃中发现(Gonzales et al.　1954, Keh　1985)。

在某些国家,箭毒在法医学上也可以具有重要性。箭毒大多取自植物,但在南非卡拉哈里(Kalahari)沙漠地区用的一种箭毒来自 1 种叶甲 *Diamphidia nigroornata* Stål 的蛹。Crowson (1981)记录了作为箭毒来源的其他属,包括 *Blepharida* , *Cladocera* 和 *Polyclada* (均属叶甲科 Chrysomelidae 的 1 个亚科,即 Halticinae)。Darwin 发现 1 种未鉴定的芫菁科 Meloidae 昆虫在智利被用作箭毒(Smith　1986)。

6　具法医学意义的鳞翅目昆虫

胡　萃　丁　宏

6.1　鳞翅目概说

鳞翅目 Lepidoptera 包括蛾子(moths)和蝴蝶(butterflies),十分常见。共约 20 万种,是昆虫纲中仅次于鞘翅目的第 2 大目。

成虫　体、翅和附肢均密被鳞片(scale),鳞片系特化毛。头部两侧有 1 对大复眼,光滑或具微毛。多数蛾子在头顶复眼内侧有 1 对单眼,藏于毛和鳞片下。触角长度和构造变异很大,有的很短,而有的可数倍于体长,一般为线状、单栉状、双栉状等。有些小型蛾类,其触角近基部外侧有 1 排刚毛,称为"栉毛"(pecten)。在大多数鳞翅目昆虫中上颚完全消失,下颚高度特化,形成具吸吮功能的喙。喙由 2 个高度延伸的外颚叶组成,内颚叶则完全退化或只剩痕迹而并入喙基部。下颚须发育充分时 5~6 节,通常多少折叠,如谷蛾科。在绝大多数鳞翅目中下颚须退化或消失,其功能由下唇须取代。喙不用时卷曲在胸下,似发条状。

在胸部 3 节之中,一般以中胸最大。中、后足胫节通常分别有 1 对和 2 对距。

翅 2 对,膜质,最显著特征是密被鳞片。鳞片表面常有纵脊,起加固作用。内面常有色素沉积,使翅面出现各种条纹(striae)。最常见的贯穿前后翅面的横带有:亚基横线(subbasal fascia)、内横线(antemedian fascia)、中横线(median fascia)、外横线(postmedian fascia)、亚外缘线(subterminal fascia)和外缘线(terminal fascia)。另外还有基斑(basal patch)、基纹(basal streak)、楔形斑(claviform stigma)、环形斑(orbicular stigma)、肾形斑(reniform stigma)、中斑(discal spot)、顶纹(apical streak)、臀纹(tornal streak)、亚肾斑(subreniform stigma)等(图 6-1)。脉序(脉相,venation)可参阅图 6-2。

前后翅连锁机制在鳞翅目不同类群中高度特化,一般可分为 4 种类型:翅扣(fibula)、翅轭(jugum)、翅缰(frenulum)和后翅膨大成肩角的贴合连锁(amplexiform)。翅缰是从后翅肩角伸出 1 根大鬃(雄)或 1 组鬃(多数雌虫),伸至前翅下面,其前端被前翅的 1 个连锁机制——翅缰钩(retinaculum)所固定,在雌虫中,翅缰钩是生于 Cu_{1a} 上的 1 撮倒生毛,而在雄虫中,它通常是 Sc 脉下方的 1 个耳状骨片。螟蛾科和谷蛾科均具有翅缰。

腹部10节。第1节腹板消失或完全膜质化,第9和第10节由于和外生殖器相关而强

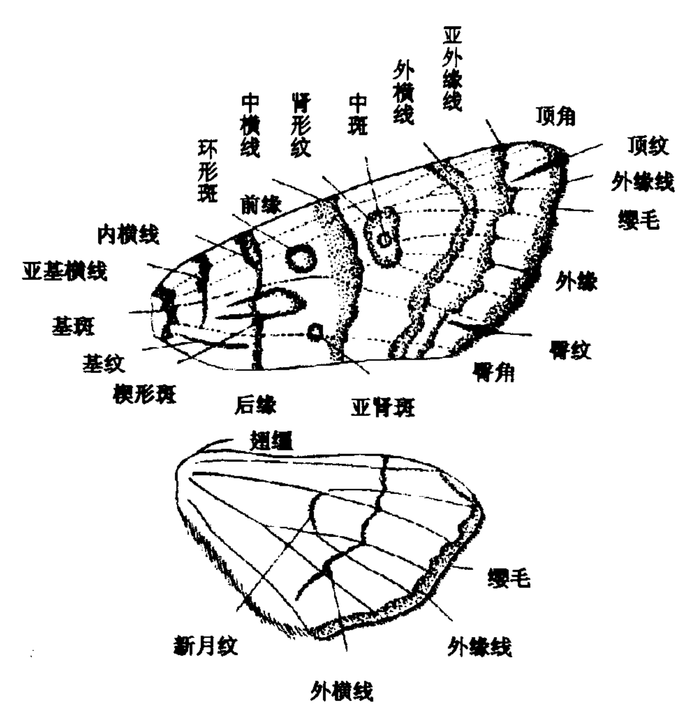


图6-1 鳞翅目翅面斑纹模式图 (仿袁锋等 1996)

烈特化。雌性腹部末端数节变细,呈套筒状,行使翻缩性产卵器功能。

卵 鳞翅目的卵大致分为2种类型:一是卧式,卵圆形,长轴在水平方向;另一类是立式,纺锤形、圆球形或半球形,两轴相等,或纵轴较长。均具卵孔(micropyle),精子借此进入卵内,卵孔周围的饰纹常具有种的特异性。

幼虫 具发达的头,胸部3节,腹部10节。一般有3对胸足,5对腹足,腹足末端有趾钩(crochets)(图6-3),9对气门分别着生在前胸和前8腹节。

每个体节可分为4个基本区域:背区、亚背区、侧区和腹区。幼虫身体除底色外,常有不同颜色的斑纹和线条,分布于体节的不同区域。线条一般随区域命名,纵向线条通常是:①背线、② 亚背线、③ 气门上线、④ 气门线、⑤ 气门下线、⑥ 基线、⑦ 侧腹线及⑧腹线(图6-4)。

根据体形、胸足的发达程度、腹足的对数、体壁外生长刚毛、毛瘤、枝刺的情况、特殊腺体及结巢习性等,鳞翅目幼虫可分为10余类型。最常见的是真蠋型(eruciform),腹足4对,肛足1对,体仅被稀少的原生刚毛,如螟蛾科,大多数鳞翅目幼虫均属此型。

蛹 基本上分为2种类型,除部分原始种类为强颚离蛹(decticous exarate pupae)外,一般都是无颚被蛹(adecticous obtect pupae)。本章着重提到的均为无颚被蛹,上颚缺如或退化成无功能的遗痕,附肢相互间先粘连一起,再粘贴于身体上。

人们很早就知道尸体、粪便会吸引许多蝴蝶和蛾子,可以用这些物质来引诱它们。大多数到尸体上来的鳞翅目成虫用口喙吸取尸体渗出的汁液,但也有证据说明有些是专食尸体的(Smith 1986)。

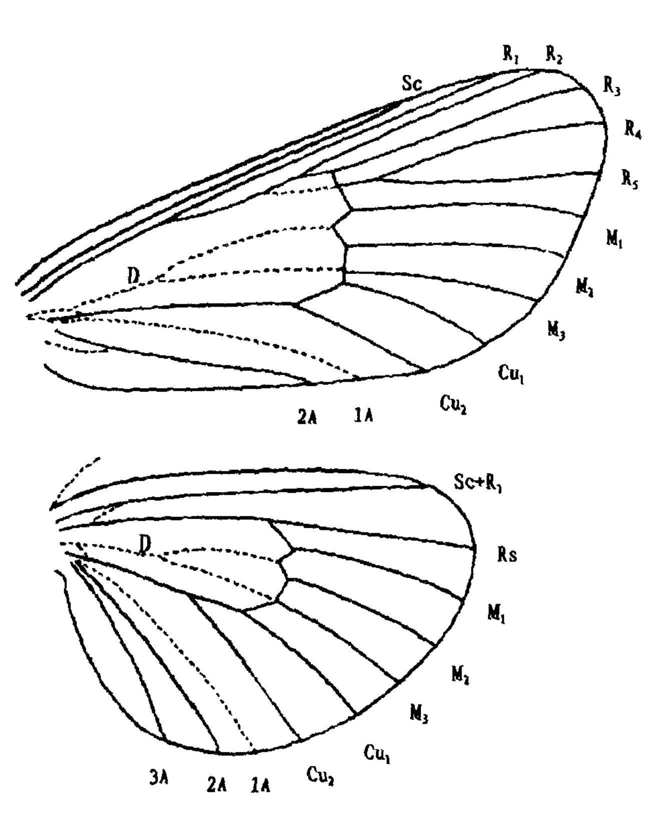


图6-2 鳞翅目模式脉序 （仿刘友樵 1987）

Reed (1958)报道下列各科成虫在美国田纳西州被吸引到狗尸体上来：夜蛾科 Phalaenidae (= Noctuidae)、窗蛾科 Thyrididae、天蛾科 Sphigidae、尺蛾科 Geometridae、弄蝶科 Hesperiidae、凤蝶科 Papilionidae、蛱蝶科 Nymphalidae 及小灰蝶科 Lycaenidae。他也在尸体上发现少数幼虫，但认为是偶然发生的。Payne & King (1969)在美国发现下列各科访问死猪：凤蝶科 Papilionidae、眼蝶科 Satyridae、蛱蝶科 Nymphalidae、弄蝶科 Hesperiidae、天蛾科 Sphigidae、夜蛾科 Noctuidae、尺蛾科 Geometridae、螟蛾科 Pyralidae 和谷蛾科 Tineidae。全部以成虫在进一步腐烂阶段访问尸体，只谷蛾科例外，它可在干尸中繁殖。

白鬼笔菌 *Phallus impudicus* L.有强烈的尸体气味，因此吸引了许多尸食性昆虫。Luther (1946)报道，在芬兰伽马夜蛾 *Autographa gamma* (L.)访问此菌；Smith (1956)在英国于 1954 年 11 月黄昏发现夜蛾 *Conistra vaccinii* (L.)在同一种真菌上。因此，这些种类也有可能访问尸体。

到目前为止，鳞翅目中仅发现 2 个科有规则地与尸体上动物区系演替相联系，它们是螟蛾科 Pyralidae 和谷蛾科 Tineidae。

6.2 螟蛾科 Pyralidae

螟蛾，英文名“pyralids”或“snout moths”。小至中等大小，触角丝状，有单眼，喙基部有鳞片，下颚须及下唇须都发达，形成长鼻状。足细长。翅缰很长，缺肘栉毛。前翅 R_1 与中室等

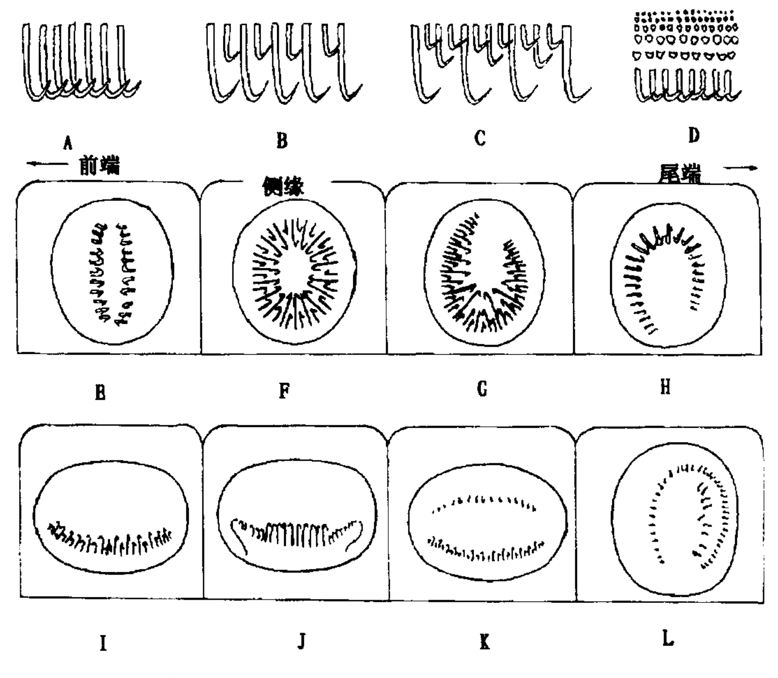


图 6-3 鳞翅目幼虫腹足趾钩(仿 Peterson 1948)

A. 单序　B. 双序　C. 三序(以上均单行)　D. 单序多行
E. 单序二横带　F. 双序环式　G. 三序中缺环　H. 单序侧缺环
I. 双序同形中带　J. 异形中带　K. 单序侧带+双序中带　L. 侧缺环+分散趾钩

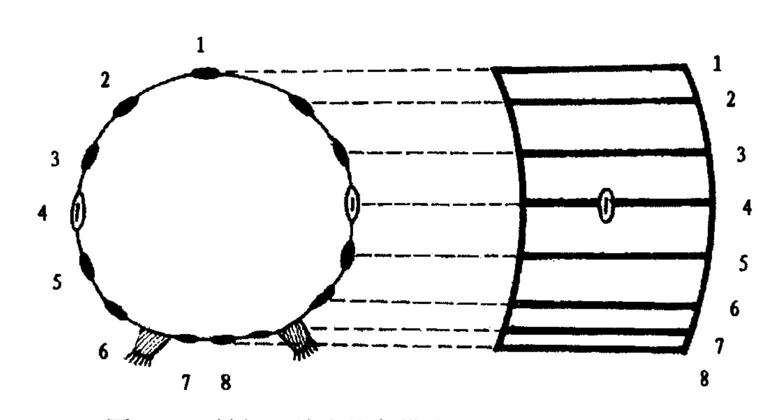


图 6-4 鳞翅目幼虫线条模式图 (仿蔡邦华 1973)

1. 背线　2. 亚背线　3. 气门上线　4. 气门线　5. 气门下线　6. 基线　7. 侧腹线　8. 腹线

长或较长,R_3,R_4,R_5 同柄;后翅 $Sc + R_1$ 与 Rs 在中室以外短距离愈合或极其接近。前翅常呈狭窄三角形,后翅宽阔扇状(图 6-5)。腹基部有鼓膜听器。

幼虫真蠋型,前胸气门前侧毛 2 根,腹足短,趾钩通常 2 或 3 序,成缺环。隐蔽取食,蛀茎、缀叶、食腐等。

与重要仓库害虫米黑虫(米缟螟) *Aglossa dimidiata* (Haworth)同一属的大斑螟 *Aglossa pinguinalis* (L.)和小斑螟 *Aglossa caprealis* (Hübner),根据欧洲的材料,与 Mégnin 第 3 波相联

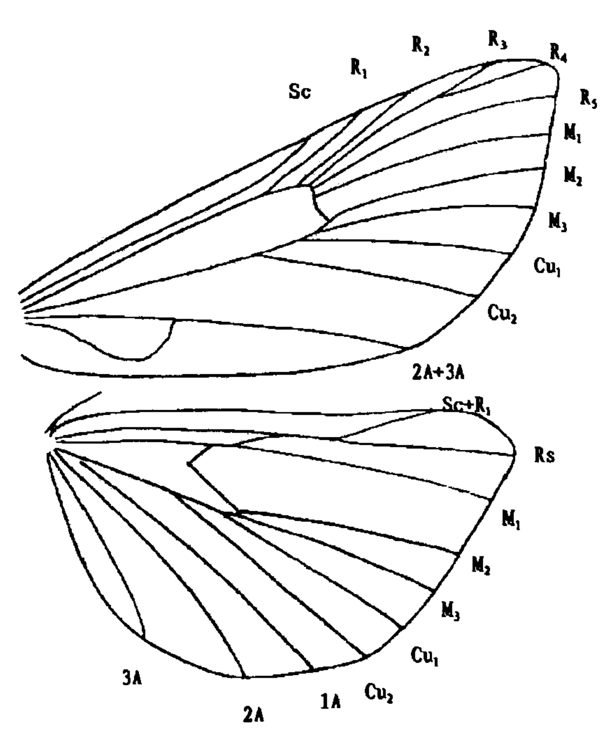


图 6-5　螟蛾科脉序　（仿王平远等　1987）

系，那时脂肪恶臭，死了 3~6 个月（Mégnin　1894，Leclercq　1969），后一种且可发生于第 7 波，当时尸体已完全干化。

6.2.1　缟螟属 *Aglossa*

6.2.1.1　大斑螟 *Aglossa pinguinalis*（L.）

成虫体长 10~16 mm（雄）或 15~18.5 mm（雌），翅展 3.5 cm 上下，大小、色泽、斑纹变化很多。形态与米黑虫很相似，惟下唇须前伸或略上弯，而不是明显上弯呈镰刀状；雄蛾触角的栉毛粗长而非细短；前翅 2A 近基部无尖端向翅外缘的暗红褐色箭头状斑；后翅不带淡红色；前翅 R_2 与 $R_{3,4,5}$ 基部分离，而非相遇于中室角，2A 基部单一而不呈叉状（图 6-6 A，B）。

成长幼虫体长 20~35 mm，宽 2.5~4 mm。

分布于欧洲、非洲及热带亚洲。

6.2.1.2　小斑螟 *Aglossa caprealis*（Hübner）

成虫体长 9.5~12 mm，翅展 2 cm 左右，大体红褐色。形态亦与米黑虫很近似，惟雄蛾触角的栉毛粗长而非细短；前翅基部 1/4 深红褐色，明显深于而不是略深于前翅其余部分；后翅灰白色，无斑纹（图 6-6 C）。

成长幼虫长约 25 mm，宽 3 mm，黑色，带青铜色，略有点淡绿色，头和胸板红褐色。

世界分布。

在英国通常发现于 7~8 月马厩、牛栏附近，特别是沼泽地带。卵 10 d 至 3 周孵化，幼虫

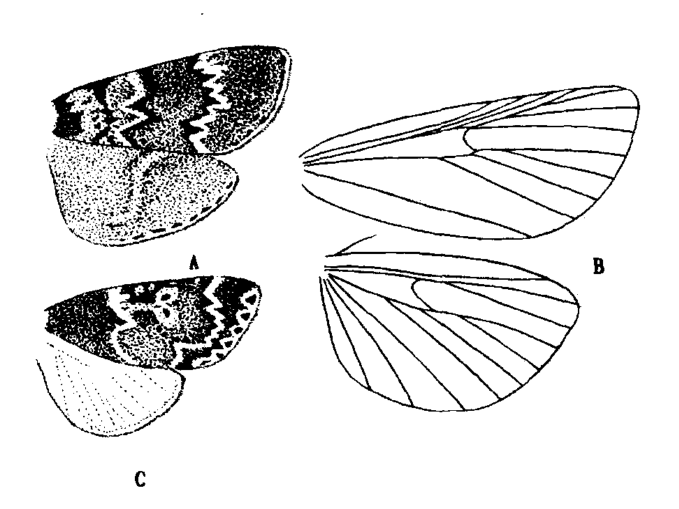


图 6-6 大斑螟 *Aglossa pinguinalis*(L.)和小斑螟 *Aglossa caprealis*(Hübner) (仿陈耀溪 1984)
A. 大斑螟前后翅 B. 大斑螟脉序 C. 小斑螟前后翅

常取食麦秆堆、茅屋顶等的潮湿残渣。幼虫生活在食物之中或之下、覆有残渣的光滑坑道内,历期近 2 年。化蛹在坚韧、光滑的白色茧内,茧带有麦秆等碎片。蛾子约 1 个月后羽化。

6.3 谷蛾科 Tineidae

谷蛾,英文名"tineid moths"或"clothes moths"。体小至中型,一般暗褐、褐、灰或暗灰色,亦有发珍珠光泽的。头通常被粗糙毛状鳞片,单眼缺如;触角不超过翅长,柄节常有栉毛;下颚须长,5 节;下唇须平伸,第 2 节常有侧鬃。翅狭,翅脉近原始形,前后翅中室中有 M 主干;前翅有副室,前后缘近平行,向顶角逐渐呈圆顶状;后翅稍广,由后缘向尖端渐狭,缘毛较后翅幅为短(图 6-7)。后足胫节上有毛和距。

幼虫一般灰白色,腹足趾钩单序,列成椭圆形或呈缺环,臀足趾钩为单横带。多取食干的动植物质,或食真菌,通常造有一巢或隧道。

6.3.1 衣蛾属 *Tineola*

6.3.1.1 幕谷蛾(幕衣蛾、织网衣蛾) *Tineola bisselliella* (Hummel)

成虫体长 4~8 mm,翅展 9~14 mm,头顶有显著毛丛,下唇须前伸,下颚须极短,不明显。胸腹部背面及前、后翅全部淡黄褐色,后翅有时色泽较深,前、后翅均无斑纹,缘毛灰白色至黄褐色。前翅 R_1 出自中室之前,前后翅全部翅脉各自分离(图 6-8)。

成长幼虫体长 7~9 mm。头部淡黄褐色,左上颚末端有齿 4 个;前胸盾淡褐色或淡黄褐色;气门片淡褐色;胴部白色或近于白色,毛片虽具色但不明显,骨化板与毛片间的表皮密生端部扁平的微小粒突。腹足趾钩 17~22 个,趾钩短而窄,间距大。

世界分布,国内已知分布于北京、山东、江苏、浙江、福建、湖北、广东、广西、四川、贵州、

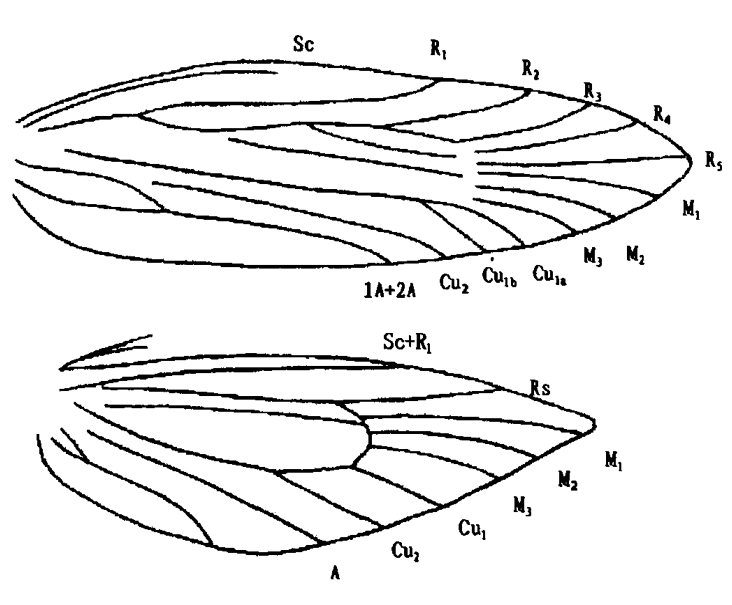


图 6－7　谷蛾科脉序　（仿刘友樵等　1987）

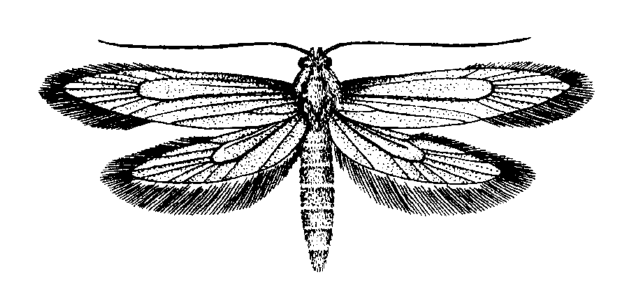


图 6－8　幕谷蛾 *Tineola bisselliella*(Hummel)成虫　（仿邓望喜等　1992）

云南、西藏等省区。

成虫羽化后立即开始交配，雄蛾活泼，雌蛾较少飞翔，交配后 1 d 左右开始产卵，一般产 100 粒左右，多的 220 粒，每天产 5～7 粒。卵单产或 2 至多粒在一起，粘附于寄主表面、裂隙中或毛的基部，易脱落。幼虫孵化后 1 至数天即以丝缀寄主残屑及虫粪成网，但只织薄幕，不织随身携带的袋。取食皮毛、呢绒衣服、地毯、干肉、鱼粉、奶、干酪、动物干尸等。一般 5 龄，也有 12 龄的。卵在 24～27℃下 7 d 内孵化，13℃下长达 37 d；幼虫期 2 个月至 4 年；蛹期 11～54 d。

6.3.1.2　袋衣蛾 *Tinea pellionelle* L.

成虫体长 4.5～8 mm，翅展 10～15 mm，头顶毛丛带黄色。下唇须长，伸向前下方，第 2 节有刚毛，第 3 节纺锤形。下颚须长，丝状。前翅淡灰褐色，有丝质光泽，散生少量暗褐色不明显微点，沿前缘无相隔排列的深浅斑纹，中室端有 1 个极明显的暗褐色圆点，近中室中部前、后缘各有 1 条模糊的暗褐色短纹，沿 2A＋3A 基半部无深色纵纹。后翅灰白色，翅顶及外缘色较深（图 6－9A）。

卵长约 0.3 mm，乳白色至淡黄色，扁平椭圆形，表面有光泽（图 6－9B）。

成长幼虫体长6.5～8.5 mm,宽1.5～1.9 mm。头部暗褐至黑褐色,前胸盾及前胸侧板同样深色,但不带红色;胸足背面一部分及气门片淡褐色;胴部白色或近白色,毛片不明显或略明显,在骨化板与毛片间无微毛,仅密布微小隆起。腹足趾钩28～32个,内缺环(图6－9C)。

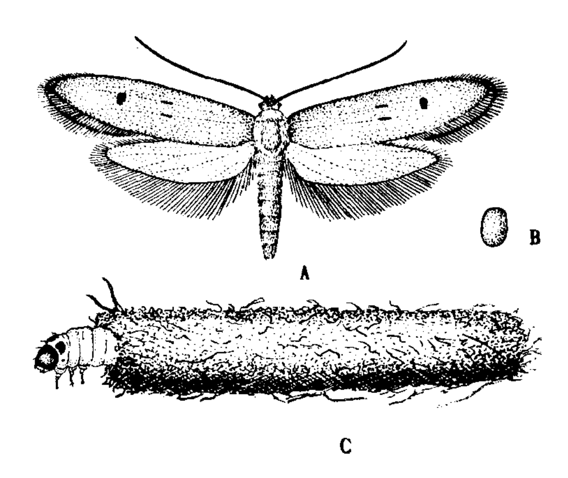


图6－9 袋衣蛾 *Tinea pellionelle* L. (仿邓望喜等 1992)
A. 成虫 B. 卵 C. 幼虫

蛹长5～8 mm,黄褐色。触角达第4腹节,前翅伸达第6腹节后缘,后足跗节分离,达第7腹节尖端;各腹节背面近前缘处,有锯齿状隆线1条,尾节最显著;尾端呈圆形。

世界分布。国内北京、台湾、湖北、西藏等地均已有记载。

在台湾省北部每年发生2代,成虫出现期第1代为12～1月,第2代5～6月。据邓望喜等(1992),在武汉,以幼虫越冬,翌年4月中下旬开始活动,4月下旬至5月上旬化蛹,5月下旬至6月羽化。19～27℃,相对湿度60%～90%时,雄蛾寿命3～5 d,雌蛾5～7 d。雄蛾善飞,雌蛾羽化1 d后即交配。卵单产或成块,每块约25粒,每雌产卵32～150粒,产卵期6～10 d。温度超过32℃,卵即死亡。初孵幼虫一般1 d后,即以丝缀碎屑做成两端开口,腹背扁平,可以带着移动的袋。袋外表粗糙,内壁光滑,幼虫移动时,伸出前半身负袋而行。30℃下,相对湿度90%时,幼虫5龄,幼虫期33 d;相对湿度30%,12龄,约97 d。在不适的环境中,幼虫能休眠8～20个月。幼虫嗜食毛、皮、蚕丝及其制品等含角蛋白物品,亦取食合成纤维、混纺制品、书籍、干肉、干鱼、干动物标本、鸟粪、储藏的烟叶、乌头、胡椒、大麻、黑芥籽、生姜、鸢尾、罂粟果、亚麻籽、杏仁、辣椒、生药材等。在26.5℃,相对湿度70%条件下,前蛹期平均4.4 d。25℃、相对湿度90%条件下,蛹期10 d左右。

6.3.2 皮谷蛾属 *Monopis*

6.3.2.1 褐缘白斑衣蛾 *Monopis rusticella* (Clerck)

成虫体长6.5～8.5 mm,头、胸、腹被紫褐色及黄白色鳞片。前翅均匀锈褐色,上生少量暗褐色斑点,在中室端有1不明显白点,沿后缘无淡色条纹。后翅淡褐至黄褐色。缘毛淡色。前翅R_4,R_5共柄。

成长幼虫体长 9 ~ 11 mm,宽 1.5 ~ 2 mm。头部黄褐、暗褐或赤褐色,前胸盾、前胸侧板及臀板淡褐色,气门片及部分胸足黄褐色,胴部白色或近于白色,毛片非经染色不明显,骨化板与毛片间的表皮密生微刺。

分布于亚洲、欧洲、北美洲,近于全世界。

取食毛皮、羊毛及羊毛制品、羽毛、鸟粪、干动植物质。R. P. Lane 在英国威尔斯羊骨上发现它(Smith 1986);Disney (1973)在死地鼠上、Hinton (1956)在死猫及兔等的皮上找到它。

所有上述谷蛾科昆虫都被列入 Mégnin 的第 7 波,当时尸体已完全干化。

在仓储中为害毛皮、羊毛及毛织物等干动植物质的毛毡衣蛾 *Trichophaga tapetiella* (Linné)、地中海毛毡衣蛾 *Trichophaga abruptella* (Wollaston)、梯纹白斑衣蛾 *Monopis monachella* (Hübner)、锈色白斑衣蛾 *Monopis ferruginella* (Hübner)、大淡色衣蛾 *Tinea pallescentella* Stainton、黄色衣蛾 *Tinea flavescentella* Haworth、毛皮衣蛾 *Tinea metonella* Pierce & Metcalfe 和褐斑衣蛾 *Tinea fuscipunctella* Haworth 等,估计也有可能在尸体上出现。

6.4 织叶蛾科 Oecophoridae (= Depressaridae)

织叶蛾科又称"织蛾科",该科触角柄节通常有栉毛,后翅阔,顶角钝圆,Rs 和 M 脉分离且平行。幼虫造有可携带的巢,或在叶片或种子间结网,取食死的动植物、真菌或高等植物的叶、花或种子。

该科中可以发生于室内的褐织蛾 *Hofmannophila pseudospretella* (Stainton)和 *Endrosis sarcitrella* (L.)曾受到过法医调查者的注意。它们的幼虫取食地板、壁脚板等缝隙中的碎屑,能咬穿很多材料,*Hofmannophila* 属幼虫还可取食衣服和软家具;室外,它们发生在鸟巢中或其他积有很多有机碎屑的地方,但至今文献中尚无其直接与人尸有关的记录。

7　具法医学意义的膜翅目昆虫

胡　萃　　李俊涛

7.1　膜翅目概说

膜翅目 Hymenoptera 包括我们常说的蜂、蚁，常见的如蜜蜂(bees)、胡蜂(wasps)、姬蜂(ichneumonids)、茧蜂(braconids)、小蜂(chalcids)和蚂蚁(ants)等。全世界已知约 10 万种，但未知种很多，有可能与鞘翅目种数相近，而成为昆虫纲中最大的 2 目之一。

膜翅目系微小到大型昆虫，体长 0.2～50 mm。口器咀嚼式，蜜蜂则为嚼吸式。一般有 2 对膜翅，前翅大，后翅小，翅的连锁依靠后翅前缘 1 列向上弯曲的钩刺，称"翅钩列"(hamuli)，钩在前翅后缘向下卷的褶上。翅脉高度特化。跗节多为 5 节，多数寄生蜂的转节为 2 节。腹基部常缢缩，第 1 腹节常与后胸合并成并胸腹节(propodeon)。雌虫产卵器锯状、刺状或针状。完全变态。植食性幼虫为多足型的伪蠋式，或寡足型，寄生性的多为原足型。蛹多为裸蛹。

部分植食性，大部分肉食性。肉食性的又可分为寄生和捕食 2 类，寄生蜂营寄生生活，蚂蚁、胡蜂等等之中则均有一些捕食性种类。蜜蜂和蚂蚁的一些种类常群栖生活，具一定的社会性。

在美国南卡罗来纳州非常深入细致的猪尸研究中，Payne & Mason (1971)共记录了 82 种膜翅目昆虫，种数之多，令人惊讶。但在法医学上的意义相对较小，有的则尚待深入研究，故在这里只简要一提。

7.2　胡蜂科及其他捕食性蜂类

7.2.1　胡蜂科 Vespidae

胡蜂中到大型，长约 9～17 mm，体光滑或有毛，黄色或红色，有黑色或褐色的斑和带。触角略呈膝状。上颚短宽，有齿。前胸背板伸达翅基片。翅狭长，休息时能纵折，前翅 3 个

亚缘室,第1盘室狭长,比亚中室长得多。第1腹节背板前方倾斜,后方水平状(图7-1)。

群居。春季由越冬受精雌蜂筑巢,巢为纸质,多层,多建于树洞中、土下、墙内,巢外覆有纸质外包皮,上留出入孔。蜂群常较大,一巢蜂多达4 000~5 000头,巢径可达0.3 m。

本科中黄胡蜂属 *Vespula* 等出现在尸体上比较早,从新鲜尸体上取一点肉,特别是眼睛。较常见的是作为捕食者取食尸体上的双翅目卵、幼虫和成虫,包括成对正在交配的雌雄蝇。从食腐到捕食,视食物供应情况而定。

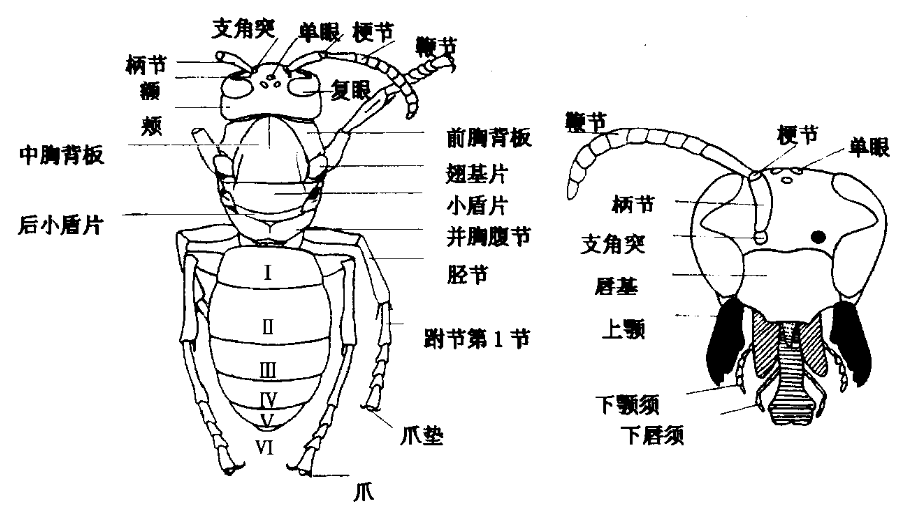


图7-1 胡蜂科 (仿李铁生 1985)

A. 背面观,翅未绘出 B. 头部正面观

此外,因具螫针(图7-2),与法医学调查也有关系。胡蜂、蜜蜂等的毒液对一些敏感的人来说,可以致命,对多数人来说,多次或大量刺螫也可致命。1990年9月西安市供电局某工人在检修线路时,误触蜂巢,即被黄边胡蜂 *Vespa crabo* Linn.螫死(袁锋 1996)。Leclercq (1969)列举过一些案例,其中之一是"反常父母将婴儿置于布满胡蜂的房间内,企图除去他"。

7.2.2 蛛蜂科 Pompilidae

除胡蜂外,尸体上见到的捕食性蜂类尚有蛛蜂科 Pompilidae 和泥蜂科 Sphecidae (Payne et al. 1971, Smith 1986)。

蛛蜂科昆虫小到大型,体长5~10 mm,黑,深蓝或红褐色,有金属虹彩和鲜明的淡色斑纹。触角线状,雄13节,雌12节,弯曲。前胸背板向后延伸达翅基片;中胸侧板有1斜缝,被分为上、下2部分。足长,多刺,后足腿节常超过腹末。翅透明,红、黄或褐色,翅脉不达外缘,前翅通常有1个缘室、3个亚缘室,第1盘室短,后翅臀叶发达。腹柄不明显,腹部可见背板雄7节,雌6节,螫刺发达。成虫常在地面低飞或爬行,寻找蜘蛛或昆虫,多数狩猎蜘蛛,带回巢内,储存供子代取食。

7.2.3 泥蜂科 Sphecidae

泥蜂科昆虫一般黑色,并有黄、橙或红色斑纹,体光滑或有毛。足细长,适于开掘,转节

1 节，中足胫节有 2 端距。翅狭，前翅有 3 个亚缘室，后翅轭叶大，长于臀叶的 1/2（图 7－3）。腹柄圆筒形，并胸腹节长，柄后腹部为纺锤形，扁平。常捕猎昆虫幼虫、成虫或蜘蛛作为子代储粮。

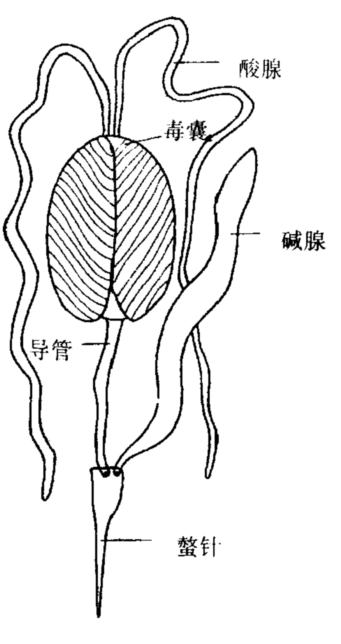


图 7－2 胡蜂毒腺
（仿李铁生 1985）

7.3 蜜蜂科 Apidae

小到大型，体长 2～30 mm，密生黑、白、黄、橙、红等色的毛，上唇宽大于长，亚颏“V”形。雌虫后足胫节外侧有长毛形成的花粉篮，胫节顶端内缘和宽大的基跗节内侧有刚毛组成的花粉梳。社会性昆虫。

Payne & Mason（1971）发现本科中的西方蜜蜂 *Apis mellifera* L.，熊蜂 *Bombus* sp. 和木蜂 *Xylocopa* sp. 可被存在有渗出液的猪尸体所吸引，前来吸食难闻的汁液。

像胡蜂一样，蜜蜂螫人也使得它与法医学产生联系。Roch（1948）就记录过一护士将蜜蜂置入婴儿口腔内的案件。蜜蜂、胡蜂的刺螫也可引起交通事故，倘若驾驶员十分敏感的话，更是如此（Leclercq 1969）。

Smith（1986）提到了一起不寻常的案例，3 架飞机由于空气流速指示器失灵不得不停飞，怀疑是否有人破坏，最后查明是切叶蜂筑巢引起的。切叶蜂不属蜜蜂科，而属于蜜蜂总科 Apoidea 的切叶蜂科 Megachilidae。

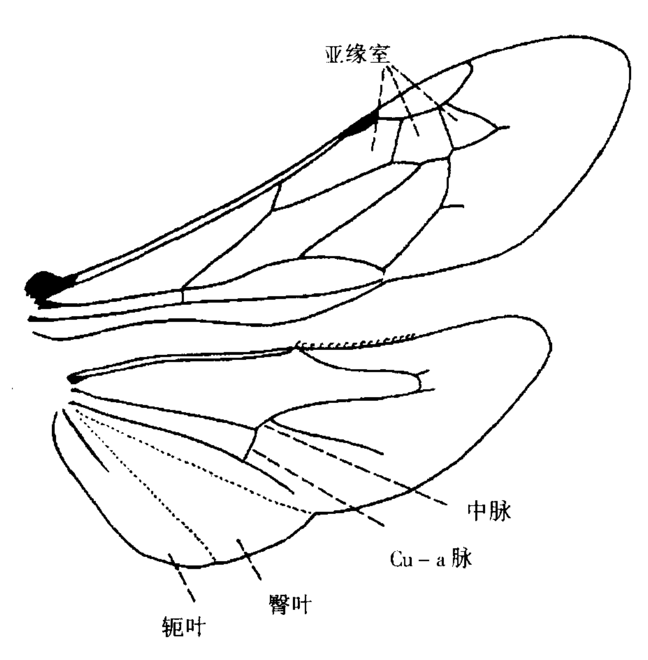


图 7－3 泥蜂前翅与后翅 （仿吴燕如等 1987）

7.4 蚁　科 Formicidae

体长 1 ~ 20 mm 左右，黑、褐、黄或红色，体光滑或有毛。触角膝状，4 ~ 13 节，柄节很长。有翅或无翅，脉翅简单，只有 1 ~ 2 亚缘室和盘室。转节 1 节，胫节发达，前足的距大，梳状，为净角器(cleaning comb)，跗节 5 节。腹部第 1 节，或第 1 和第 2 节呈结状。社会性昆虫。

蚂蚁可出现于尸体分解的各个阶段。和胡蜂一样，它们取食什么取决于当时可得到什么。它们既可以是捕食者，取食其他昆虫的卵和幼虫，也可以取食尸体上的腐肉或渗出液。Fuller (1934)认为蚂蚁既然各阶段均可出现，在尸体上昆虫区系演替中并非重要成员。然而，Payne & Mason (1971)的观点相反，他们发现若干种蚂蚁于猪尸放置后 3 ~ 6 h 到达，在血液和潮湿皮肤上积极取食，甚至当蝇蛆离开后仍然如此。蚂蚁在热带尸体上更显得重要。Cornaby (1974)在哥斯达黎加死蜥蜴和蟾蜍上计发现 29 种(弓背蚁属 *Camponotus* 和大头蚁属 *Pheidole*)。Utsumi (1958)报告在日本狗、兔和鼠尸体上蚂蚁占优势。在美国土埋猪尸上，Payne et al. (1968)发现异前平结蚁 *Prenolepis imparis* Say 与小粪蝇科 Sphaeroceridae 和蚤蝇科 Phoridae 一起占着优势。Müller (1975)注意到蚂蚁取食新鲜尸体，皮肤上形成一些小洞，可以被误认为是强酸造成的。当然，蚂蚁是分泌蚁酸的。

在杭州猪尸上发现有中国小黑家蚁 *Monomorium chinensis* Santschi 和路舍蚁 *Tetramorium caespitum* (L.)。

7.4.1 小家蚁属 *Monomorium*

7.4.1.1 中国小黑家蚁 *Monomorium chinensis* Santschi

工蚁体长 1.5 ~ 2 mm。全体黑褐色，体光亮被稀疏白色细毛。触角、足及腹下方色较淡，足的转节和跗节淡黄色。头长大于宽，近长方形，复眼位于头侧中间。触角的柄节不达头顶，鞭节棒由 3 节组成，共 12 节。上颚咀嚼缘斜，具 4 齿。唇基突起。前、中胸背板突圆，前背板较宽大，中胸背板次之，后胸背板侧扁，无刺。第 1 腹柄结稍钝圆，前端有小柄；第 2 腹柄结横形，两腹柄结宽度近似。腹部卵圆形，背面可见 4 节。

国外分布于印度、斯里兰卡、印度尼西亚、新加坡、马达加斯加及欧洲南部。国内已知分布于北京、山东、江苏、浙江、福建、台湾、广东、海南。

7.4.2 路舍蚁属 *Tetramorium*

7.4.2.1 路舍蚁 *Tetramorium caespitum* (L.)

工蚁体长 2.5 ~ 3.5 mm。体栗褐色，头部较深，腹部较浅；触角、上颚及足黄褐色，腹部后面黄褐色。头、胸及腹柄结多细纵刻纹或杂以细小颗粒，腹部光滑，有光泽。体被浅黄色直立毛。头正面矩形，有明显后缘，具细长纵刻纹。复眼位于头部两侧中部。触角 12 节，柄节末达于头顶，鞭节棒末端 3 节组成，几乎与其余鞭节相等长。额隆脊(frontal carina)短，相

距较宽，唇基三角形、前缘略突出。上颚宽，切缘有7齿，基齿与端齿3枚较长。前胸背面较宽，两前侧角突出，中、后胸背、侧板缝间具凹缘。后胸背板后侧角有2枚尖刺，伸向斜上方。第1腹柄结前方有柄，第2腹柄结比前一结稍宽。腹部卵圆形，背面可见4节，螫刺常伸出（图7-4）。

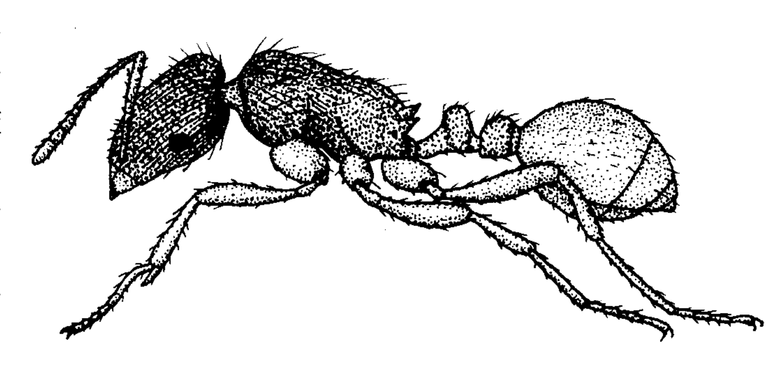


图7-4 路舍蚁 *Tetramorium caespitum*（L.）（原图）

国外分布于日本、美国及北非。国内已知分布于北京、内蒙古、山东、江苏、上海、浙江、福建。

7.5 寄生蜂

所有营寄生生活的膜翅目昆虫都称为“寄生蜂”（parasitic wasps）。它们的幼虫期附着在寄主（host）的体内或体外营寄生生活，而成虫期则营独立生活，其个体发育结果，导致寄主死亡。

寄生昆虫与捕食昆虫，一般说易于区别。但对于体外寄生的，有时会与捕食的相混淆。寄生与捕食的检验标准是：寄生昆虫在其个体发育过程中只消耗1个寄主，而捕食昆虫则需多个猎物才能完成发育。此外，在习性、形态等方面也可以有许多不同之处。

寄生昆虫只寄生其寄主的某一虫期而能完成发育的称为“单期寄生”。如卵寄生，寄生于卵；幼虫寄生，寄生于幼虫；蛹寄生，寄生于蛹；成虫寄生，寄生于成虫。寄生昆虫若需经过寄主的2个或3个虫期，才能完成发育的称“跨期寄生”。如卵—幼虫寄生，卵—幼虫—蛹寄生（卵—蛹寄生），幼虫—蛹寄生。

根据寄生昆虫在寄主上取食的部位不同，可分为“外寄生”（ectoparasitism）和“内寄生”（endoparasitism）。所谓外寄生，寄生昆虫的卵、幼虫和蛹都位于寄主体外，而所谓内寄生，寄生昆虫的幼虫期一定生活在寄主体内。

根据寄主上寄生昆虫的种类数，可分为“独寄生”（eremoparasitism）和“共寄生”（synparasitism）。所谓独寄生，指的是仅为某一种寄生昆虫所寄生，至于育出个体数则可以是1，也可以是若干，甚至很多；所谓共寄生，指的是同一寄主上有2种或2种以上寄生昆虫同时寄生。

根据同一寄主上育出同种寄生昆虫的个体数，可分为“单寄生”（monoparasitism）和“多寄生”（polyparasitism）。所谓单寄生，指的是寄主身上只育出1个寄生昆虫；所谓多寄生，指的是寄主身上育出2或2个以上寄生昆虫，后者亦称“聚寄生”（gregarious parasitism）。

寄生昆虫若限定在一种寄主上寄生可称为“单主寄生”（monophagous parasitism）；若在少数近缘种类上寄生则称为“寡主寄生”（oligophagous parasitism）；若能在许多种类上寄生则称

为“多主寄生”(polyphagous parasitism)。以植食性、腐食性或捕食性昆虫为寄主,称“原寄生”(protoparasitism)或“初寄生”(primary parasitism);若以寄生性昆虫为寄主,即一种寄生昆虫寄生在另一种寄生昆虫上,则称为“重寄生”(epiparasitism)。重寄生可以有二重寄生、三重寄生,甚至四重、五重寄生。

在膜翅目13个总科50余科中都有寄生性昆虫,其中姬蜂总科 Ichneumonoidea 的姬蜂科 Ichneumonidae、茧蜂科 Braconidae,小蜂总科 Chalcidoidea 的小蜂科 Chalcididae、金小蜂科 Pteromalidae、赤眼蜂科(纹翅小蜂科)Trichogrammatidae,细蜂总科 Proctotrupoidea 的缘腹细蜂科 Scelionidae,等等,是通常,特别是农林害虫方面最为常见的寄生蜂。

与尸体有关的寄生蜂研究得还不多,从已有材料看,属于茧蜂科 Braconidae 的咬反颚茧蜂 *Alysia manducator* (Panzer)(图7-5)在英国是尸体上最受人注意的寄生蜂。黑色,长约6~10 mm,产卵于丽蝇幼虫,单寄生,内寄生。最后从丽蝇围蛹中羽化出来,系幼虫—蛹跨期寄生蜂。寄主包括丽蝇属 *Calliphora*、绿蝇属 *Lucilia* 和伏蝇属 *Phormia* 以及金蝇属 *Chrysomya* 昆虫。Payne & Mason (1971)报告的尸体上其他寄生蜂类群尚有姬蜂科 Ichneumonidae、寡节小蜂科 Eulophidae、金小蜂科 Pteromalidae、瘿蜂科 Cynipidae、环腹瘿蜂科 Figitidae、旗腹蜂科 Evaniidae、长腹细蜂科 Pelecinidae、细蜂科 Proctotrupidae、锤角细蜂科 Diapriidae 和蚁蜂科 Mutillidae。在德国研究土埋尸体的结果,Lundt (1964)在50 cm土层下发现茧蜂科、细蜂科昆虫与蚤蝇科昆虫在一起。

在我国,较常见的蝇类寄生蜂有:

(1)蝇蛹俑小蜂 *Spalangia endius* Walker (俑小蜂科 Spalangiidae)

寄主:家蝇 *Musca domestica* Linnaeus

厩腐蝇 *Muscina stabulans* (Fallén)

丝光绿蝇 *Lucilia sericata* (Mg.)

红头丽蝇 *Calliphora vicina* R.-D.

巨尾阿丽蝇 *Aldrichina grahami* (Aldri.)

大头金蝇 *Chrysomya megacephala* (Fab.)

红尾粪麻蝇 *Bercaea cruentata* (Meigen)

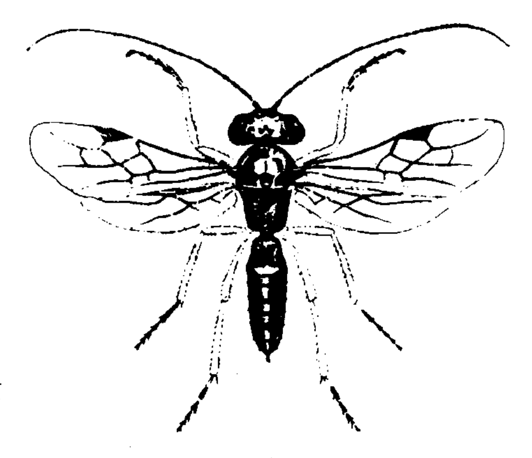


图7-5 咬反颚茧蜂 *Alysia manducator* (Panzer)(仿 Smith 1986)

(2)黑青小蜂 *Dibrachys cavus* Walker (图7-6,金小蜂科 Pteromalidae)

寄主:巨尾阿丽蝇 *Aldrichina grahami* (Aldri.)

红头丽蝇 *Calliphora vicina* R.-D.

丝光绿蝇 *Lucilia sericata* (Meigen)

(3)家蝇蛹金小蜂 *Pachycrepoideus vindemiae* (Rondani)(金小蜂科)

寄主:家蝇 *Musca domestica* Linnaeus

(4)丽蝇蛹集金小蜂 *Nasonia vitripennis* (Walker)(金小蜂科)

寄主:丝光绿蝇 *Lucilia sericata* (Mg.)

巨尾阿丽蝇 *Aldrichina grahami* (Aldri.)

红头丽蝇 *Calliphora vicina* R.-D.

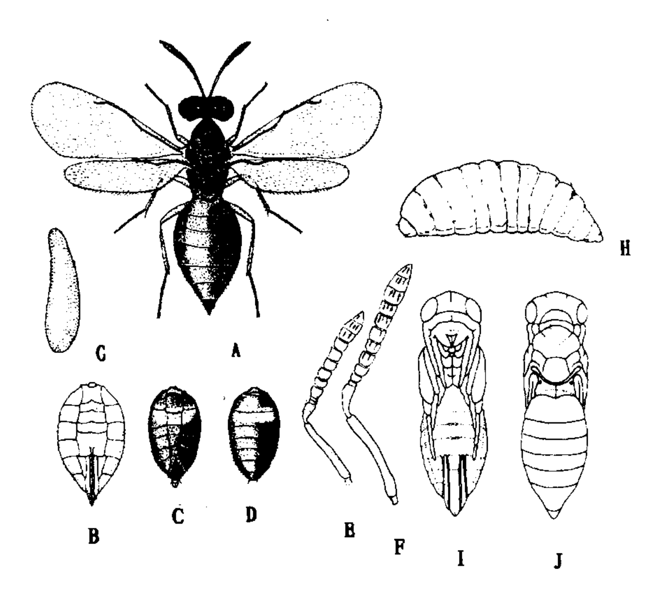


图 7-6 黑青小蜂 *Dibrachys cavus* Walker （原图）

A. 雌成虫 B. 雌成虫腹部腹面 C. 雄成虫腹部腹面 D. 雄成虫腹部背面 E. 雄性触角 F. 雌性触角 G. 卵 H. 成长幼虫 I. 雌性蛹，腹面观 J. 雌性蛹，背面观

大头金蝇 *Chrysomya megacephala*（Fab.）

家蝇 *Musca domestica* Linnaeus

棕尾别麻蝇 *Boettcherisca peregrina*（R.-D.）

夏厕蝇 *Fannia canicularis*（Linnaeus）

厩腐蝇 *Muscina stabulans*（Fallén）

黑尾黑麻蝇 *Helicophagella melanura*（Meigen）

红尾粪麻蝇 *Bercaea cruentata*（Meigen）

白头亚麻蝇 *Parasarcophaga albiceps*（Meigen）

拟蜂蝇 *Eristalis tenax* Linnaeus

(5)红腿大腿小蜂 *Brachymeria podagrica*（Fabricius）（小蜂科 Chalcididae）

寄主：棕尾别麻蝇 *Boettcherisca peregrina*（R.-D.）

巨尾阿丽蝇 *Aldrichina grahami*（Aldri.）

红头丽蝇 *Calliphora vicina* R.-D.

(6)麻蝇大腿小蜂 *Brachymeria minuta*（L.）（小蜂科）

寄主：棕尾别麻蝇 *Boettcherisca peregrina*（R.-D.）

巨尾阿丽蝇 *Aldrichina grahami*（Aldri.）

大头金蝇 *Chrysomya megacephala*（Fab.）

(7)广大腿小蜂 *Brachymeria lasus*（Walker）（图 7-7，小蜂科）

寄主：伏蝇 *Phormia regina*（Mg.）

(8)赤色大腿小蜂 *Brachymeria pulchripes*（Holmgren）（小蜂科）

寄主：巨尾阿丽蝇 *Aldrichina grahami*（Aldri.）

大头金蝇 *Chrysomya megacephala* (Fab.)
白头亚麻蝇 *Parasarcophaga albiceps* (Mg.)

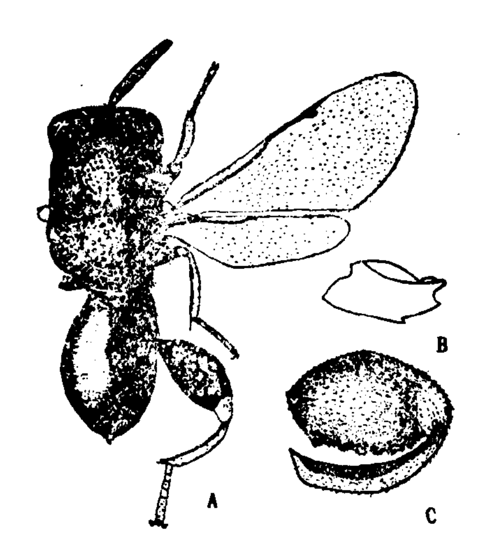


图 7-7 广大腿小蜂 *Brachymeria lasus* (Walker) (仿廖定熹等 1987)
A. 成虫 B. 雌虫后足基节 C.后足腿节和胫节

(9)粪蝇蛹姬蜂 *Atractodes gravidus* Gravenhorst (姬蜂科 Ichneumonidae)
寄主:棕尾别麻蝇 *Boettcherisca peregrina* (R.-D.)
(10)窄环厕蝇姬蜂 *Mesoleptus laticinctus* (Walker)(图 7-8, 姬蜂科)
寄主:棕尾别麻蝇 *Boettcherisca peregrina* (R.-D.)
据日本记载,其寄主尚有:
肥须亚麻蝇 *Parasarcophaga crassipalpis* (Macqurt)
黑尾黑麻蝇 *Helicophagella melanura* (Meigen)
反吐丽蝇 *Calliphora vomitoria* (Linnaeus)

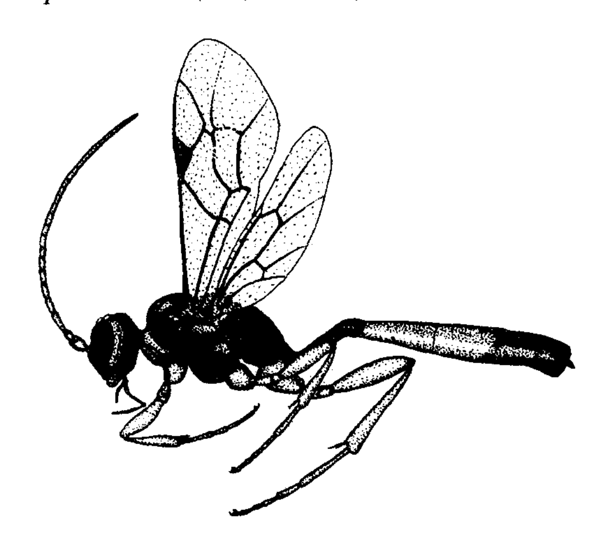


图 7-8 窄环厕蝇姬蜂 *Mesoleptus laticinctus* (Walker)雌成虫 (仿何俊华等 1996)

寄生蜂曾被用于法医学调查(Leclercq 1975, Leclercq & Tinant-Dubois 1973),然而,有关寄生蜂本身以及寄生后对尸体上寄主昆虫发育和行为等的影响均有待进一步研究。

8　具法医学意义的其他目昆虫

胡　萃

8.1　弹尾目 Collembola

弹尾目昆虫中名“跳虫”、“弹尾虫”，简称“䖵”，英文名“springtails”。小或微小，体长一般0.2～5 mm，很少超过5 mm。长形或近球形，蓝、黑色或绿、黄、红、银白色，具斑或带纹，常有鳞片或毛。头为前口式或下口式。口器常缩入头内，咀嚼式或适应于锉食刺吸。触角丝状，4～6节，无复眼。无翅。足无真正的跗节，胫节亦称“胫跗节”，其末端有1或2个爪。腹部6节或部分愈合。第1腹节有粘管（collophore），第3腹节有握弹器（tenaculum），第4或第5腹节有弹器（furcula），能跳跃。无尾须，外生殖器不明显（图8－1）。表变态（epimorphosis），若虫形似成虫，仅体型较小。



图8－1　弹尾目　（仿周尧　1980）
A. 毛角长跳虫 *Sinella straminea*（Folson）　B. 绿圆跳虫 *Sminthurus viridis*（L.）

生活在各种潮湿隐蔽的环境中，如土中、腐败植物质上、树皮下，有的发生在蚂蚁巢中或水面上。腐食性或植食性，少数为害农作物或菌类。偶尔可在健康人头部和阴部毛发中找到，大概是取食皮脂，并能维持一些时间。有些出现于尸体上，但似乎少有法医学意义。

M. G. Motter从美国华盛顿特区150次以上墓穴发掘中得到了5 600只弹尾目标本，计6种，其中5个是新种，异跳虫 *Isotoma sepulchralis* Folsom占总数的97%（Motter　1898，Folsom 1902）。在死了大约45 d的狐狸尸体上得到了包括球角跳虫 *Hypogastrura bengtssoni*（Axelson）

在内的3种跳虫,均系植食性(Smith 1975)。Payne et al. (1968a)发现跳虫首次出现在猪尸体上是在进一步腐烂阶段(死亡6 d后)。

在澳大利亚,Bornemissza (1957)发现地下跳虫如 *Tullbergia* sp.和棘跳虫 *Onchiurus* sp.不能忍受浓烈的尸体分解产物,不久就离开了豚鼠尸体下面的土壤。然而在大约8个月后,随着大雨之后又首先重新出现。

8.2 蜚蠊目 Blattaria

蜚蠊目昆虫简称"蠊",俗名"蟑螂",英文名"cockroaches"。体长2~100 mm,体宽而扁平;一般体壁光滑、坚韧,常为暗色,有些种体表密被短毛。头小,下口式,被宽大的盾状前胸背板盖住,休息时仅露出头的前缘;复眼发达,单眼退化;触角长,丝状,多节;口器咀嚼式。2对翅盖住腹部,或短翅,或无翅;前翅为复翅(tegmina),狭长;后翅膜质,臀区大;翅脉多分支的纵脉和横脉。3对足相似,爬行迅速,跗节5节。腹部共10节,尾须多节;雄虫第9腹节腹板有1对刺突,外生殖器膜质不对称;雌虫产卵器小,不外露(图8-2)。渐变态(paurometamorphosis)。

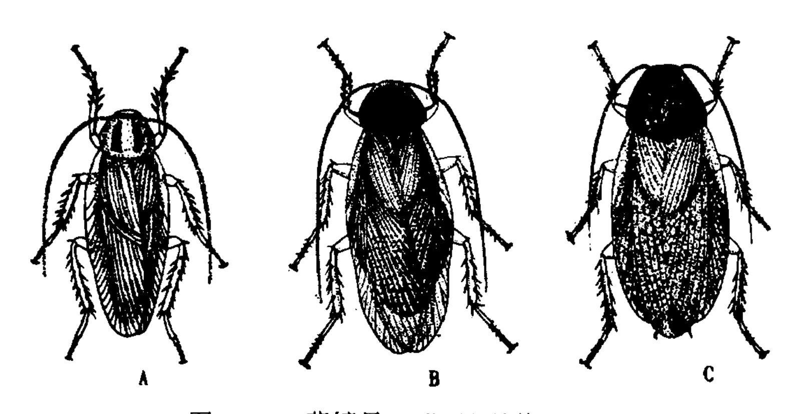


图8-2 蜚蠊目 (仿吴福桢等 1986)

A. 德国小蠊 *Blattella germanica* Linnaeus B,C. 蔗蠊 *Pycnoscelas surinamensis* Linnaeus (雄和雌)

大多数种生活在热带和亚热带地区,仅少数种分布在温带地区,但在人类居住环境中发生十分普遍。野外生存种喜欢潮湿,见于土中,石块、垃圾、枯枝落叶、树皮下,或蛀入木材内,各种洞穴、社会性昆虫和鸟类的巢穴中亦可见其踪迹。常白天活动,色泽较美丽,善飞行、疾走。取食死动、植物质,咬树皮或木材。有一些种群集取食或活动,表现出亚社会性习性。室内生存种色泽较暗,不善飞行,白天隐匿,常夜间活动。食性杂,在取食等活动中污染食物,传播病菌和寄生虫,是重要的卫生昆虫。

Payne (1965)在美国南卡罗来纳猪尸上于迅速腐烂期(死后第4天)发现本目的 *Parcoblatta* sp.,在进一步腐烂期(死后第6天)数量下降,当到达干化期(死后第8天),它们就躲在尸体之下。在哥斯达黎加研究蟾蜍和蜥蜴尸体的结果,Cornaby (1974)于腐烂早期得到 *Euphyllodromia angustata* (Latreille), *Lobodromia* sp., *Neoblattella fraterna* (S. & Z.), *Neso-*

mylarcris sp.以及 *Nyctobora noctivaga* Rehn。Jirón et al.(1981)在哥斯达黎加狗尸体上亦得到了蜚蠊。

蜚蠊以及下面将要提到的蟋蟀,在尸体分解中的作用需要进一步研究,特别是在隐蔽的室内条件下,它们很容易发生。

8.3 等翅目 Isoptera

等翅目昆虫中名“白蚁”,简称“螱”,英文名“termites”,是多型性社会昆虫。小至大型,长而扁。头骨化;复眼无,痕迹状或发达;单眼无或 1 对;触角念珠状,多节;口器咀嚼式,常发达,兵蚁的口器痕迹状,但上颚大,镰刀状。前胸较头部宽或窄;足粗短,跗节常 4 节,少数 3 或 5 节;无翅、短翅或大翅,前、后翅均膜质,大小、形状常相似,纵脉少,缺横脉,休息时平覆在腹部背面并向后远超过腹末,翅脱落后,仅留下翅鳞。腹部 10 节,有尾须,外生殖器不明显(图 8-3)。

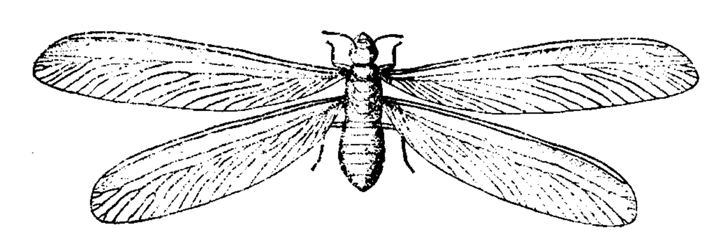


图 8-3 等翅目黑翅土白蚁 *Odontotermes formosanus* 有翅蚁 (仿周尧 1980)

大多分布于热带、亚热带地区,少数在暖和的温带地区。主要取食健康或腐朽木材的纤维素,但亦可取食草本、种子、叶片、地衣、真菌、粪肥。有的与动物尸体有联系。

M.Coe(1978)在肯尼亚于象的尸体上找到土白蚁 *Odontotermes zambesiensis* Sjöstedt。Thorne & Kimsey(1983)在巴拿马于三趾树懒尸体肢解了的骨骼和皮肤上以及腐败的海龟壳上找到象白蚁 *Nasutitermes nigriceps*(Haldeman)。

8.4 直翅目 Orthoptera

直翅目包括人们常见的蝗虫、蚱蜢、螽蟖、蟋蟀、蝼蛄等。其中螽蟖亚目 Tettigoniodea 蟋蟀总科 Grylloidea 中的蟋蟀科 Gryllidae 昆虫可以出现在动物尸体上。蟋蟀,英文名“crickets”,身体粗壮,长 4.5~50 mm。触角比体长,端部尖细;产卵器剑状;跗节 3 节;雄虫前翅有摩擦发音器,由音锉、刮器及镜膜组成;听器在前足胫节上;尾须长,不分节(图 8-4)。多生活在隐蔽处,木头、石块下的洞穴中,枯枝落叶和其他有机废物堆中。

Cornaby(1974)在哥斯达黎加蟾蜍和蜥蜴尸体上找到 *Nemobius* sp.和 *Niquirana* sp.。Reed(1958)在美国田纳西狗尸的研究中,将蟋蟀和蜚蠊的出现看成是偶然的。

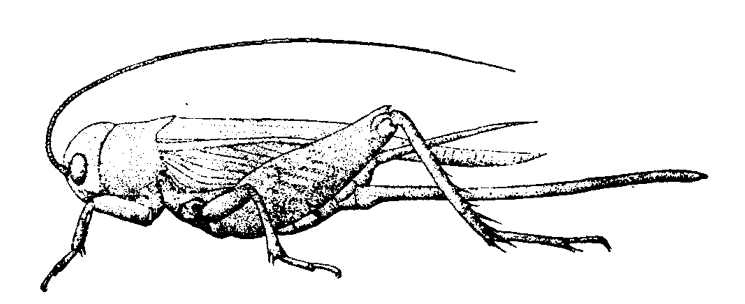


图 8-4 蟋蟀科油葫芦 *Gryllus testaceus* Walker （仿周尧 1980）

8.5 革翅目 Dermaptera

革翅目昆虫中名“蠼螋”、“蝠螋”，英文名“earwigs”。体中小型，狭长，略扁平，黄褐至黑色，体表光滑，有光泽。

头宽，前口式，活动自如；蜕裂线明显，Y形；蠼螋复眼发达，蝠螋复眼退化；无单眼；触角丝状，10～50节；唇基分为骨化的后唇基和膜质的前唇基；口器咀嚼式，上颚坚硬，尖端常具2齿，下颚须5节，下唇须3节。

前胸背板大，略呈四方形，中、后胸分界明显。前翅很短，后端钝，平截或弧形，革质或角质，无翅脉；后翅扇形、卵圆形或近圆形，臀域扩大成为翅的主要部分，有辐射状脉纹，其余部分很小，骨化，构成翅前缘部分，仅有2条退化了的纵脉R和Cu。休息时后翅折叠于前翅下，稍露出或完全被前翅所遮盖。少数种类无翅。足短，步行足，基节远离，跗节3节，有爪1对。

腹部11节。第1腹节背板与后胸愈合，腹板消失。雄虫第2～9节分节明显；雌虫第2～7节分节明显，且第7节扩大，第8和第9节极小，被第7节所覆盖。第10节腹板退化成1对骨片，位于尾铗基部。第11节极小，退化成肛上板和肛侧板。尾须发达，特化成尾铗，不同种类尾铗形状不同，雄性比雌性发达且形状复杂。第1～8腹节各有1对气门。基部数节背面两侧有成对皱起的臭腺。产卵器退化，多隐藏在下生殖板（第7腹板）下。雄性生殖器则位于下生殖板（第9腹板）上方的生殖腔内，扁平或近圆锥形，由单个阳茎或基部愈合的成对阳茎构成，阳茎端部由柔软的中叶和骨化的侧叶构成（图8-5）。

渐变态。卵呈卵圆形，白色，表面光滑。若虫与成虫相似，但触角节数较少，尾铗较简单。有翅成虫一般也不善飞翔，雌虫有保护卵和低龄若虫的习性。

多为夜出性，日间栖息于黑暗潮湿处，如垃圾、粪便、草丛、朽木、树洞中，或石块、树皮下。少数种类有趋光性。杂食性，多取食动物尸体或腐烂植物；也有的种类取食花、叶、果实等植物组织；有些种类肉食性，可以是养蚕业的害虫；有些种类营寄生生活，寄生在蝙蝠或鼠类体外。

广泛分布于世界各地，在热带地区，尤其是东洋区种类最为丰富。

Bornemissza（1956）于西澳大利亚以豚鼠尸体为材料的研究中，发现蠼螋 *Gonolabis wood-*

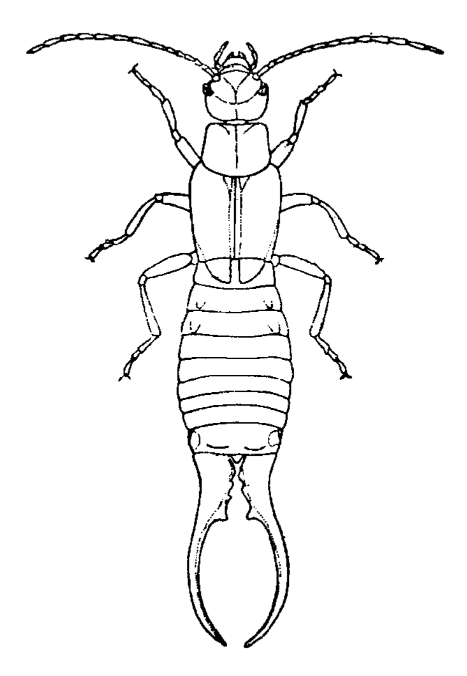


图 8-5　革翅目 *Forficula auricularia* L.雄成虫(仿蔡邦华　1956)

wardi Burr为腐败尸体所吸引,在尸体之下及其周围枯枝落叶中或土表上数量增多,黑腐和丁酸发酵阶段尤为明显。

8.6 虱　目 Anoplura

虱目昆虫中名“虱”,英文名“true lice”或“sucking lice”。成虫体长 0.5~6.5 mm,细长或横宽,背腹扁平,仅腹部分节明显。头小;复眼退化或无,单眼消失;触角 3~5 节;口器刺吸式,不用时常缩入头内。胸部 3 节愈合,足粗短,跗节 1 节,有 1 个弯爪。腹部椭圆形,气门背生,无尾须,雄虫交配器发达,雌虫产卵器、生殖孔在第 8 节腹面。渐变态。鸟和哺乳类外寄生物,成、若虫吸食血液,并传播疾病。

人体上可有 3 种(变种),即虱科 Pediculidae 的头虱 *Pediculus humanus* var. *capitis* DeGeer 和体虱 *Pediculus humanus* var. *corporis* DeGeer (图 8-6),及阴虱科 Phthiridae 的阴虱 *Phthirus pubis* L.(图 8-7)。头虱可发生于身体的其他部位,包括阴部,但体虱在头部找不到。阴虱可在其他部位,包括头部找到。

虱不限于哪一个动物地理分布区,也不存在哪个人种特别容易或难以感染的情况。

虱对温度很敏感,会离开发烧病人,当尸体一冷却一般也就离开了。Gonzales et al.(1954)指出虱(大概指体虱)可在尸体上存活 3~6 d,假使所有虱子均死亡,那么该尸体至少已 6 d 了。虱通常淹水后 12 h 左右死亡,在溺水死亡不久的尸体上若找到虱子的话,可用来推测死亡时间。

8.7 半翅目 Hemiptera

8.7.1 半翅目概说

本目昆虫中名“蝽”或“椿象”,英文名“true bugs”。成虫体长 1.5~160 mm,体壁坚硬,较扁平,常为圆形或细长,绿、褐色或具明显的警戒色斑纹。头后口式,复眼大,单眼 2 个或无,触角常为丝状,3~5 节,露出或隐藏在复眼下的沟内。口器刺吸式,喙一般 4 节,无下颚须和下唇须。前胸背板大,中胸小盾片发达,外露。大部分前翅基半部革质,端半部膜质,为半鞘翅(hemielytra)。跗节 1~3 节。臭腺孔位于胸部腹面。腹部 9~11 节,末端的节常退化,外生殖器位于第 8 和第 9 节上。渐变态。若虫似成虫,但翅发育不全,臭腺孔位于腹部背面。成、若虫通常吸食植物汁液或捕食小动物,有的与尸体有联系。

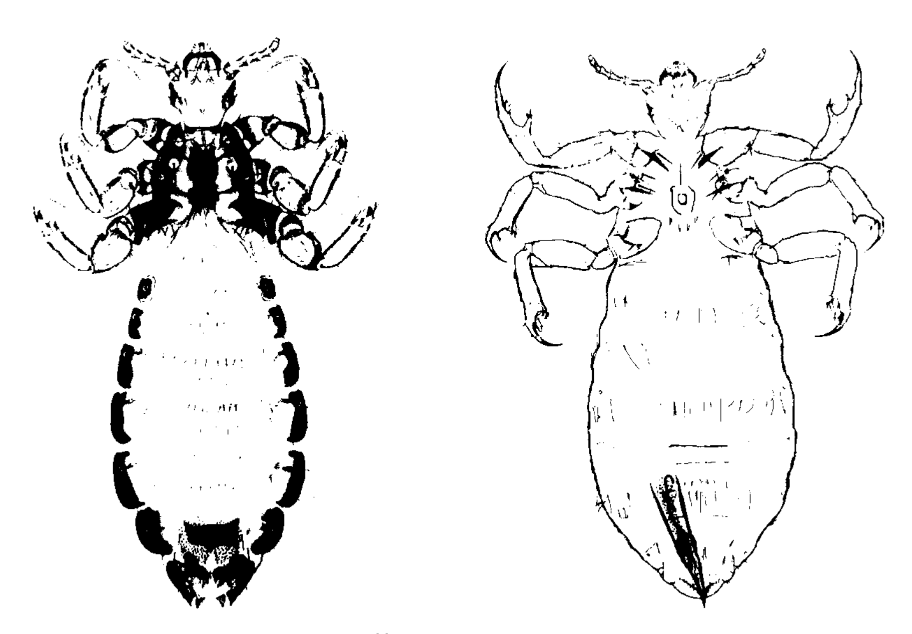


图 8-6　头虱和体虱　(仿张本华等　1958)

A. 头虱 *Pediculus humanus* var. *capitis* DeGeer　B. 体虱 *Pediculus humanus* var. *corporis* DeGeer

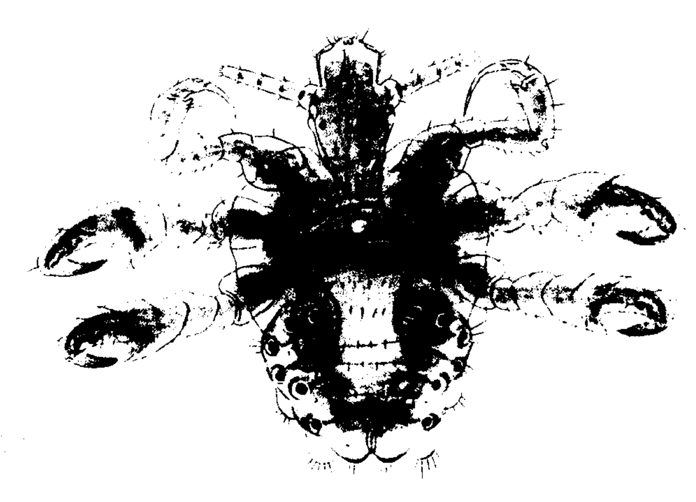


图 8-7　阴虱 *Phthirus pubis* L.　(仿张本华等　1958)

8.7.2　缘蝽科 Coreidae

中至大型,体宽扁或狭长,褐或绿色。触角 4 节,着生在头部两侧上方,有单眼,喙 4 节。前胸背板常具叶状突起或尖角,小盾片三角形,明显短于前翅爪片,爪片结合缝明显。前翅膜片有多条平行纵脉,基部常无翅室。后足腿节常粗大,具瘤或刺状突起,胫节呈叶状或齿状扩展,跗节 4 节,臭腺发达,产生恶臭味。

一般植食性,但 Payne et al. (1968b)在美国猪尸体上找到了正在取食的本科 3 种,即 *Megalotomus quinquespinosus* (Say)(图 8-8 A),*Alydus eurinus* (Say)(图 8-8 B)和 *Alydus pilosulus* (Herrich-Schaeffer)。前 2 种,包括正在交配的成对雌雄,出现于肿胀期。Reed (1958)在狗

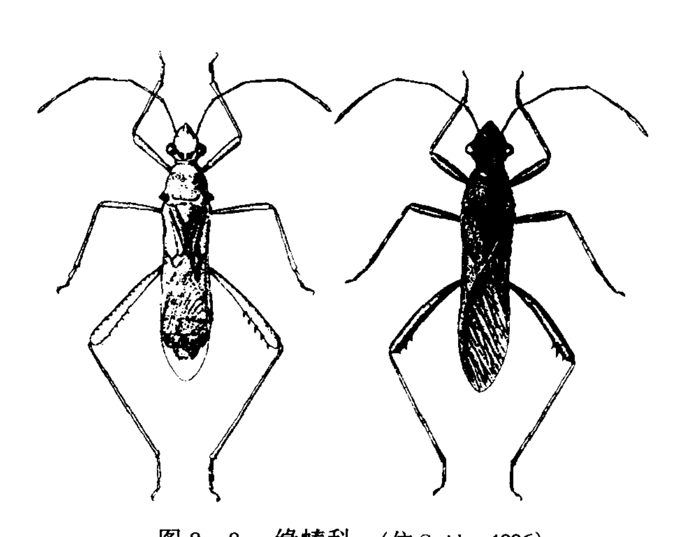


图 8-8　缘蝽科　(仿 Smith　1986)
A. *Megalotomus quinquespinosus* (Say)　B. *Alydus eurinus* (Say)

尸体上也找到前2种,其他美国学者在不同种类动物尸体上得到过所有3种。

8.7.3　长蝽科 Lygaeidae

小至中型,椭圆形或长椭圆形。触角4节,端节较粗壮。复眼正常或大而突出,有单眼。喙4或3节。前翅膜片有纵脉4或5条,少数端部分支成网状,或具1宽翅室。跗节3节,部分种前足腿节粗大,下方具刺。有臭腺。雄虫第9腹节膨大。

本科多为植食性,但有的捕食性。Payne et al. (1968b)发现本科的 *Myodocha serripes* Olivier (图 8-9)在猪尸体上取食丽蝇科幼虫。

8.7.4　猎蝽科 Reduviidae

多中至大型,暗色或具红、橙红斑纹,长形,稍扁平。头部较小,多具细颈。触角丝状,4或5节,有时节数多,可达40节。复眼多凸出,单眼有或无。喙粗短或细长,仅达到中足基节,3或4节,基节弯曲,喙端放在前胸腹面的纵沟(发音沟)内。前翅仅分革片、爪片与膜片,革片与膜片间界线大多明显,革片脉纹发达,膜片有2个大翅室。跗节3或2节。腹部中段常膨大,部分种无臭腺。

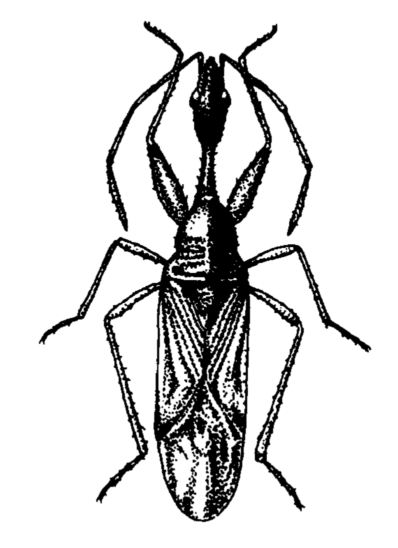


图 8-9　长蝽科 *Myodocha serripes* Olivier
(仿 Smith　1986)

捕食性,有的取食哺乳动物包括人的血。Bornemissza (1957)报道盗猎蝽 *Pirates* sp.在澳大利亚于豚鼠尸体周围猎食。Payne et al. (1968a)在猪尸体上于腐败后期找到 *Sinea diadema* (F.) (图 8-10 A), *Oncocephalus geniculatus* Stål (图 8-10 B)和 *Melanolestes picipes abdominalis* (Herrich-Schaeffer) (图 8-10 C)。所

有 3 种都见到取食丽蝇科成虫，只第 3 种见到取食双翅目幼虫。

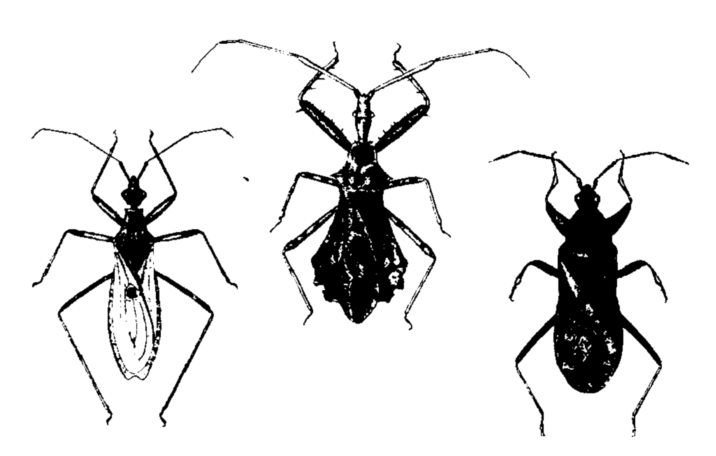


图 8-10 猎蝽科 （仿 Smith 1986）

A. *Sinea diadema* (F.) B. *Oncocephalus geniculatus* Stål C. *Melanolestes picipes abdominalis* (Herrich-Schaeffer)

8.7.5 臭虫科 Cimicidae

小型，卵形，扁平，红褐色。触角 4 节，第 2 节长于或等于第 3 节，无单眼，喙 3 节，置于腹面的沟内。头部嵌入胸部前缘凹陷之中，前翅仅见 1 对棕色革片的痕迹。跗节 3 节。

吸食温血动物，如人、鸟、蝙蝠的血液。在我国仅 2 种，即温带臭虫和热带臭虫。

8.7.5.1 温带臭虫 *Cimex lectularius* (L.)

成虫体长 4~6 mm，宽 2.5~3 mm，倒卵形，扁平，厚仅 0.5 mm 左右，红褐色。体表被毛，其着生处呈杯形凹陷。头宽短；复眼突出，无单眼；触角位于眼的前方，4 节，末节较细，第 2 节比第 3 节稍短；喙 3 节，上唇呈扁平三角形。前胸背板前缘凹入较深，后缘平直，侧缘密生刚毛，且向后方倾斜。中胸小，三角形；后胸稍大，但大部分被翅基（前翅退化后的痕迹）所遮盖，无后翅。前后胸腹板上靠近后足基节处有 1 对臭腺孔。跗节 3 节，末端有爪 1 对。腹部宽阔，可见 8 节，以第 3 节最宽。雌虫腹部末端平圆，有生殖孔，第 4 节后缘右面有 1 个三角形凹陷，为交配器官；雄虫腹部末端较尖锐，具抱器（图 8-11 A）。

世界广布种，国内北起黑龙江北安，南至云南蒙自均有发生，以北纬 30°~40°间最普遍。

8.7.5.2 热带臭虫 *Cimex hemiptera* Fabr.

成虫体长 5~6 mm，宽约 3 mm，体椭圆，扁平，深褐色。近似温带臭虫，惟头较短小，不宽阔，复眼较小；前胸背板前缘凹陷较浅，后缘圆形，背面自中央至两侧均匀圆突，向两侧展开不多，且不反转折回；前胸背板侧缘向前伸展不多，离复眼较远，周缘刺状刚毛稀疏，向外垂直伸出；翅基端部边缘显著圆形而非近于平直；腹部色暗，较长，体毛稍长（图 8-11 B）。

全世界的热带地区（23°33′以南）都有发生，在我国的分布北限为四川成都（北纬

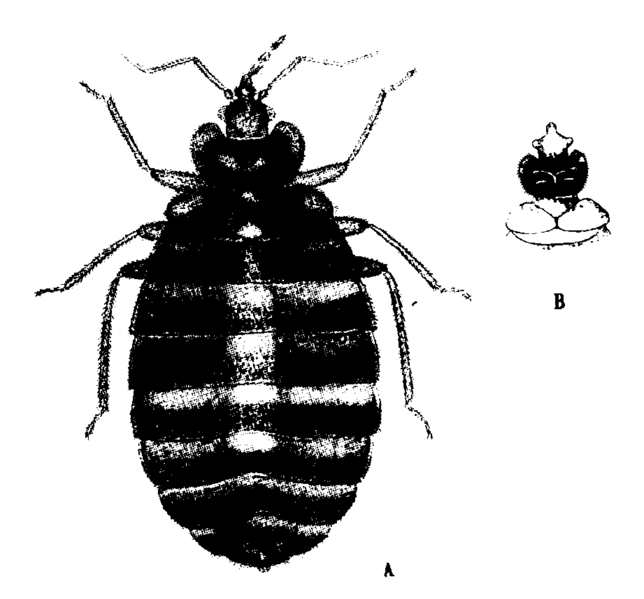


图 8-11　臭虫科　(仿张本华等　1958)
A. 温带臭虫 *Cimex lectularius* (L.)　B. 热带臭虫 *Cimex hemiptera* Fabr. 头部及胸部

30°41′),在台湾、广东、广西分布普遍。

在尸体附近采得臭虫,根据其血液的消化程度推测死后间隔时间是可能的。

此外,Payne (1968b)在猪尸上也找到了本目土蝽科 Cydnidae、网蝽科 Tingidae 和盲蝽科 Miridae 昆虫,但它们大概是偶然出现的。

8.8 蚤　　目 Siphonaptera

蚤目昆虫中名"蚤"或"跳蚤",英文名"fleas"或"chigoes"。体长 0.8~6 mm,左右侧扁,体壁坚韧,体表多鬃毛。复眼明显或退化,常无单眼,触角棒状,口器刺吸式。无翅;后足发达,适宜跳跃;跗节 5 节。腹部 10 节,雄虫第 8~9 节和雌虫第 7~10 节变形为外生殖器。完全变态。卵多椭圆形,白色或黄色。幼虫蠕虫型,共 13 节。蛹为离蛹,在茧中。茧纺锤形、圆形或椭圆形,黄白色,外面常粘着尘土,不易分辨。雌雄虫均吸血,是温血动物的外寄生物,随寄主分布于热带、温带地区和极地,并能传播疾病。

人蚤 *Pulex irritans* L. (图 8-12)、猫蚤 *Ctenocephalides felis* Bouché (图 8-13 A)、犬蚤 *Ctenocephalides canis* Curtis (图 8-13 B)都可以在人体上找到。除了低温环境外,蚤在寄主死后很快就离开,但当在溺水死亡尸体上找到时,可以有法医学重要性。Simpson (1985)指出,跳蚤入水 25 h 左右溺死;若浸水 12 h,出水后 1 h 左右可以复活;浸水 18~20 h,复活需要 4~5 h。

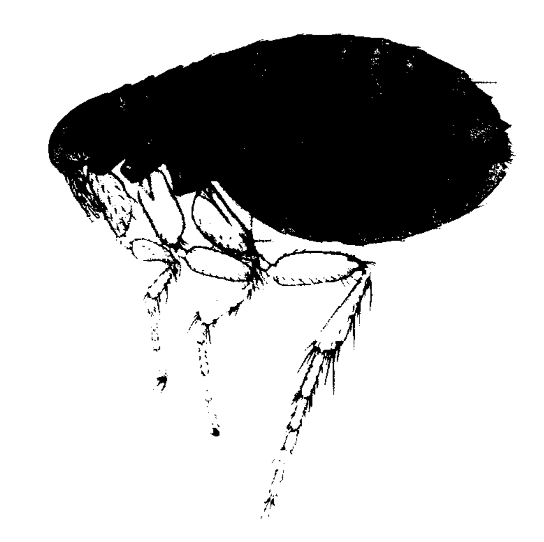


图 8-12　人蚤 *Pulex irritans* L.　（仿张本华等　1958）

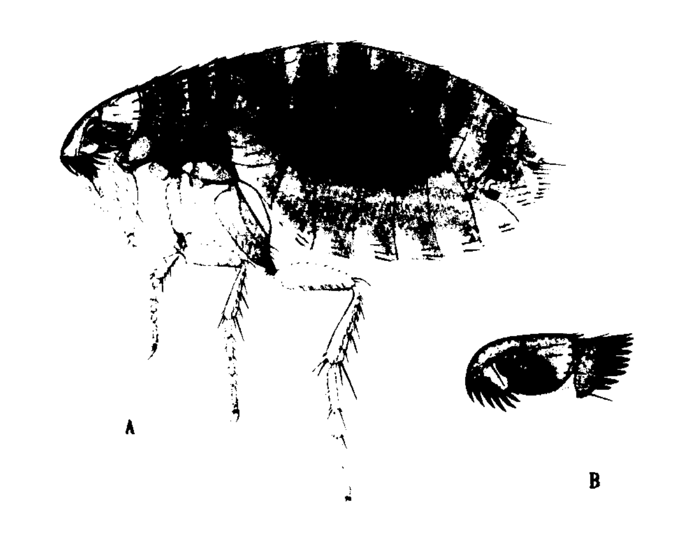


图 8-13　猫蚤和犬蚤　（仿张本华等　1958）

A. 猫蚤 *Ctenocephalides felis* Bouché(雌)　B. 犬蚤 *Ctenocephalides canis* Curtis(雌)头部及前胸

9　具法医学意义的其他节肢动物

胡　萃

9.1　蛛形纲 Arachnida

蛛形纲动物体躯分为头胸部和腹部2个体段。头部不明显，无触角。有4对行动足，无翅。陆生，以肺页或气管呼吸。常见的有蜘蛛（蜘蛛目）、蝎子（蝎目）、蜱和螨（蜱螨目）等。

9.1.1　蜘蛛目 Araneida

蜘蛛，英文名"spiders"。头胸部合一形成背甲，无复眼，单眼一般8枚，亦有6,4或2枚的。腹部除原始类型具分节背片外，皆不分节。头胸部与腹部之间以腹柄相连。螯肢（上颚）2节，内连毒腺。触肢6节，雄性触肢特化为交配器官。步足由7节组成，末端具2~3爪。腹部附肢特化为纺丝器官，称为"纺器"或"筛器"。

蜘蛛可藏身于尸体上，特别是在残存骨骼间，作为尸体上昆虫的捕食者，影响种间竞争。Payne (1965)在美国找到34种与猪尸体有联系的蜘蛛，个体数量不多，都出现在迅速腐败和进一步腐败阶段，当昆虫活动达高峰时。

9.1.2　蝎目 Scorpionidea

蝎子，英文名"scorpions"。腹部分节，分前腹7节，后腹5节及1尾刺，钳角和脚须均有双螯。呼吸器为叶肺4对，在前腹的3~6节腹面（图9-1）。

蜘蛛和蝎子可以具极毒，少数种类对人类具危险性，可造成死亡事故，儿童受害更加严重。在突然死亡案件调查中应予考虑。Sheals曾对蛛形纲在医学上的重要性作过概述（见Smith　1973b），可作参考。

9.1.3　蜱螨目 Acarina

蜱，英文名"ticks"；螨，英文名"mites"。这一群小型的节肢动物体躯由颚体（gnathosoma）和躯体（idiosoma）2部分构成，在大多数节肢动物上见到的环节已经消失。颚体与昆虫的头

部相似，但只有口器；脑不在颚体，而在颚体后方的躯体中。颚体有1对螯肢、1对须肢、1个口下板和头盖。足着生在躯体腹面，一般由6节，即基节、转节、腿节、膝节、胫节和跗节组成，末端有1对爪和1个爪间突。一般幼螨有足3对，成螨和若螨4对。

螨可发生于尸体腐败后期的干燥阶段，人尸上通常发生在死后6~12个月（Mégnin的第6波，表3-1）。这些螨常常就是储藏物中发生的螨，例如粗足粉螨 *Acarus siro* L.（图9-2 A）、粉螨 *Tyroglyphus* spp.（图9-2 B）和嗜甜螨 *Glycyphagus* spp.。

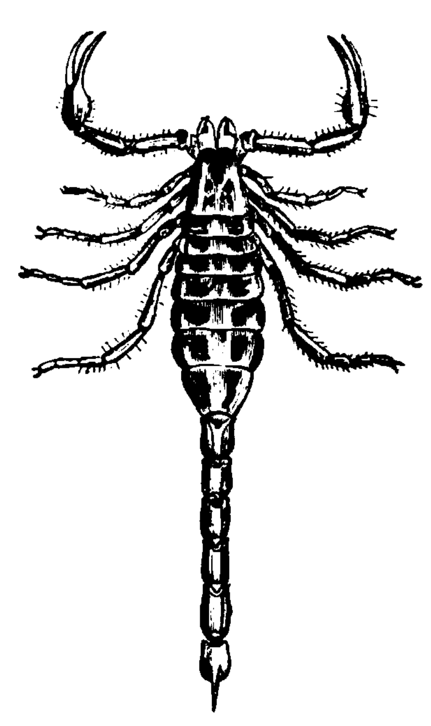


图9-1　蝎目 *Buthus carolinianus*（仿 Ross　1965）

螨无翅，不能飞翔，但可通过甲虫和蝇类携带到达尸体。有些是捕食性的。Springett（1968）在研究尸体上丽蝇属 *Calliphora* 和埋葬甲科的 *Nicrophorus* 属昆虫的竞争中，探明螨是丽蝇卵的重要捕食者。他揭示：若不存在螨，埋葬甲在与100粒以上丽蝇卵的竞争中，无法产生子代；若埋葬甲带来30头以上的螨，所有丽蝇卵都会被毁坏，埋葬甲和螨都兴旺。然而丽蝇卵一旦孵化，螨却不能杀死蝇蛆，螨和埋葬甲的繁殖都会被抑制。

螨在指出哪里曾放置过尸体、犯罪嫌疑人或其车辆曾到过哪里去等方面，也可以有意义。Webb et al.（1983）报告，美国加利福尼亚州一案件就是以调查者、犯罪嫌疑人、死者都曾被恙螨科 Trombiculidae 犹恙螨 *Eutrombicula belkini* Goula 叮咬过作为线索而破案的。

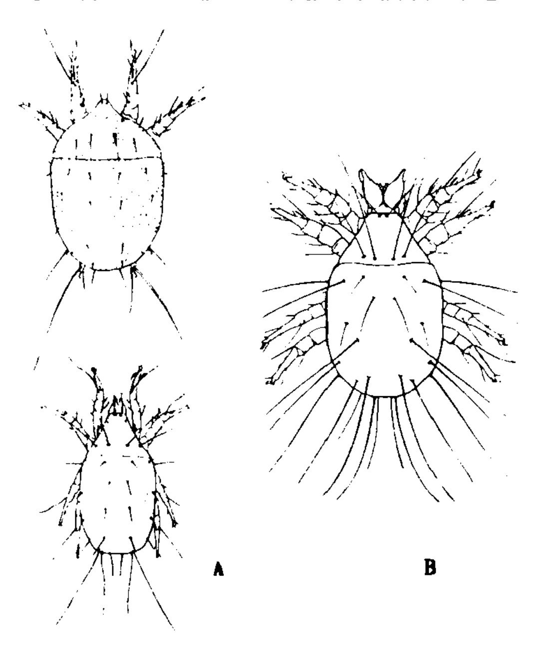


图9-2　螨类　（仿 Smith　1986）
A. *Acarus siro* 若螨和雌成螨　B. *Tyroglyphus* sp. 成螨

蠕螨属 *Demodex* 专寄生人类。Norn (1971)查明,在丹麦首都哥本哈根,89%年纪较大的人尸上睫毛中躲藏有蠕螨。她进一步指出:蠕螨在潮湿环境下生命力很强,在水中可存活 1 周。因此,蠕螨在短期水浸尸体的法医调查中可以有意义。疥螨 *Sarcoptes scabei* L.若不取食,通常只能存活几天(Mellanby 1943),这同样可作参考。

9.2 甲壳纲 Crustacea

甲壳纲水生,以鳃呼吸。体躯分成头胸部和腹部 2 个体段。有 2 对触角。至少有 5 对行动足,附肢大多为二支式。常见的有虾、蟹、水蚤等。

甲壳纲动物可取食水中尸体,淡水中如跳虾 *Gammarus* sp.(图 9-3)、栉水虱(或称"水鳃虫")*Asellus* sp.等,海水中如对虾、蟹和蔓脚类。

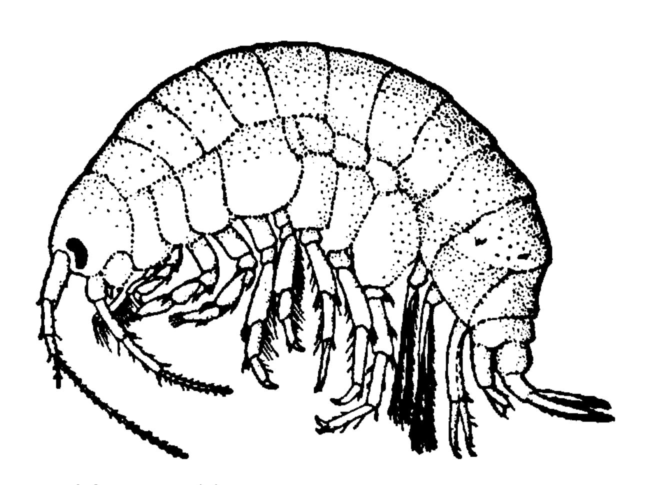


图 9-3 跳虾 *Gammarus* sp. (仿 Ross 1965)

9.3 重足纲 Diplopoda

重足纲陆生,以气管呼吸。体躯分头部和胴部 2 个体段。头部有 1 对触角。它的体节除前方 3~4 节和末端 1~2 节外,其他均由 2 节合并而成,所以各节有 2 对行动足(图 9-4)。土栖,一般取食腐烂植物组织、真菌和动物排泄物。马陆为常见代表。

Payne & Crossley (1966)在美国南卡罗来纳州乳猪尸体之上或之下,查明有 7 个目 10 种重足纲动物,大多出现在尸体腐烂的最后阶段。他们找到 1 个种,即 *Cambala annulata* (Say),它有规律地出现在进一步腐烂阶段。在对 1966 年 9 月至 1967 年 4 月埋入土中的猪尸研究中,Payne,King & Beinhart(1968a)也于尸体进一步腐烂阶段,在头壳中、胸腔中以及腹囊内发现此种。

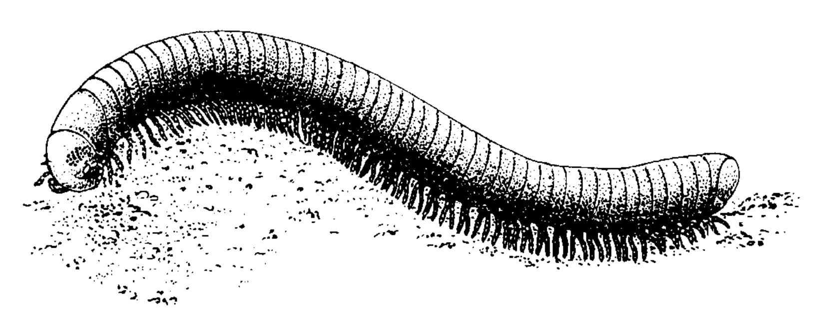


图 9 – 4　重足纲 *Parajulus* sp.（仿 Ross　1965）

10 法医昆虫标本的采集、保存及饲养

胡 萃 徐长苗

法医昆虫标本的采集、保存及饲养至关重要。在有关现场及时、正确、认真、细致地采集标本,妥善予以保存,做到所采标本具代表性,虫种、虫态和龄别不遗漏,能充分说明情况,形态特征完整,数量充足,保存良好,这是顺利开展进一步工作的基础。至于幼期阶段则常需通过饲养以获得成虫标本。只有符合要求的采集、保存及饲养,才能精确鉴定,合理推断,并提供有效物证。

10.1 采集用品

常用的有下列各项,其中许多是必不可少的:① 各式捕虫网,包括捕网、扫网及水网;② 各种镊子,大小不同,用来镊取各类标本;③ 粘蝇架,用来粘取成蝇或其他成虫;④ 吸虫器,用来采集小型的爬行或飞翔昆虫;⑤ 滴管,用来采集水体中的小昆虫;⑥ 小毛刷,用来刷取标本;⑦ 手铲,取土样或翻土采虫用;⑧ 指形管;⑨ 广口标本瓶;⑩ 塑料盒或厚纸板盒;⑪ 塑料袋;⑫ 保存液;⑬ 毒瓶;⑭ 标签,既有纸质好、置于容器之内的,也有背面具粘胶,以贴于容器之外的;⑮ 铅笔,软硬适中,书写标签用;⑯ 温度计和湿度计;⑰ 摄影机,各式镜头、闪光灯及胶卷;⑱ 录像机;⑲ 手电筒或其他手提光源;⑳ 直尺、钢卷尺、皮尺等测量器具;㉑ 擦脸纸,用于清洁温度计、镊子或其他采集工具;㉒ 口罩和外科手套;㉓ 化学冰或其他降温设备,用以保存活标本;㉔包含各类记载表的记载本;㉕ 采集包或采集箱;㉖ 防震填料。

捕网 制作时先用粗铅丝弯成一个直径 30 cm 左右的网圈,两端折成直角,以便固定在网柄上。网柄上挖沟,沟末端钻孔,将铅丝嵌入沟中,末端直角状小钩正好固定在孔中,然后用金属箍套起来。为了携带方便,可将做网圈的铅丝中央剪断,弯成小圈相互套起来,便能对折成半圈。网柄长 65 ~ 100 cm,直径 1.5 ~ 2.0 cm,木质或金属制成,为便于携带,可分节。网袋用细眼朱罗纱之类的材料制成,要求轻、软、阻力小,挥动起来速度快。颜色以白或绿色

为宜,白色网袋易于显示捕捉到的昆虫,绿色网袋不易引起将被捕捉昆虫的警惕和逃逸(图10-1)。

扫网 捕网不适宜于在草丛中扫捕,专门用来扫捕的称“扫网”。主要特点是网袋较坚固,一般可用白布或亚麻布制成;网柄短,长约50 cm。网底开口,使用时用绳扎住,扫捕后再打开网底倒出采集物。或在网底缝上1圈松紧带,套上1个透明塑料管,采集后盖上软木塞将管取下,换上另一支空管(图10-2)。

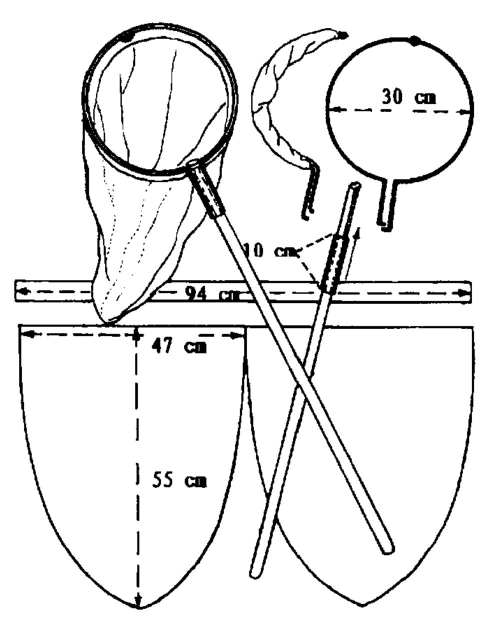


图10-1 捕 网 (仿杨集昆 1958)

水网 采集水生昆虫用水网。水网制作材料要坚固耐用,浸水后胀缩性不大,耐腐蚀,不变形,通常用铜纱、铅纱、尼龙纱、马尾毛或亚麻布制成。网柄宜长些。在浅水或杂草多的水域中捕捞,网的形状最好是铲形。为阻止水面杂物进入网中,可在网的上面加上用粗铅丝编成的大方格活盖。为适于在较深的水中捞捕,网柄与网口可大致垂直。有的在网口装有斜边,以便于在水中植物上或岸边刮取、捞捕(图10-3)。

粘蝇架 白色,无味,用涂蜡纸板制成,呈“V”字形,顶角约60°。暴露在外的两侧(各23 cm×25 cm)面上,涂有类似粘蝇纸上所用的不易干燥的粘性物质。以4只木质具弹性的衣夹做脚,置于地面。在死亡现场使用时,可按不同距离(0.3~4.0 m)多只置于尸体四周,若仅1只,则以距离0.7~1.0 m为宜。在尸体做近距离检查前,即安放完毕。粘蝇架一面朝向尸体,另一面背着尸体。成蝇和其他成虫趋近尸体时一旦受到震动,便会离开尸体飞至粘蝇架上,或当它们在尸体附近作周期性歇息时即可被捕。粘蝇架应标明日期、时刻和地点。使用后小心折合,具粘性的两面在内侧。携带时防止碰撞、压碎。回实验室后,标本可一只只取下,置于玻璃瓶或指形管中,用二甲苯洗涤,然后置入酒精中,写好标签,以便日后鉴定。初步试验结果,数分钟内可采得丽蝇60~80只,而网捕仅得1~15只(图10-4)。

吸虫管 对于小型昆虫可以自制吸虫管来吸取。可以用1支无底指形管,两端配软木

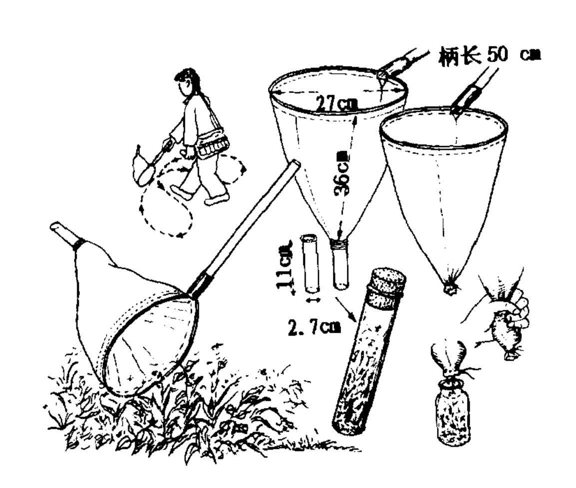


图 10-2 扫 网 （仿杨集昆 1958）



图 10-3 水 网 （仿杨集昆 1958，王琳瑶等 1983）

塞，塞上各钻 1 孔，左端插入 1 条玻璃管，用以对准将被吸入的昆虫，右端先插入 1 短玻璃管，再连上 1 支橡皮管，橡皮管末端插 1 短玻璃管以便含在口内，吸气时即将小虫由左端管口吸入指形管内。为避免小虫被吸入口中，可在右端软木塞上隔以细铜纱。也可以用较粗的指形管制成，只用 1 个软木塞，其上钻有 2 孔，其他大致相同。还可以采取另一种形式，特点在于指形管底部缩小如瓶口，堵有小木塞，吸虫后可拔去木塞，将虫由此倒出。如果倒不

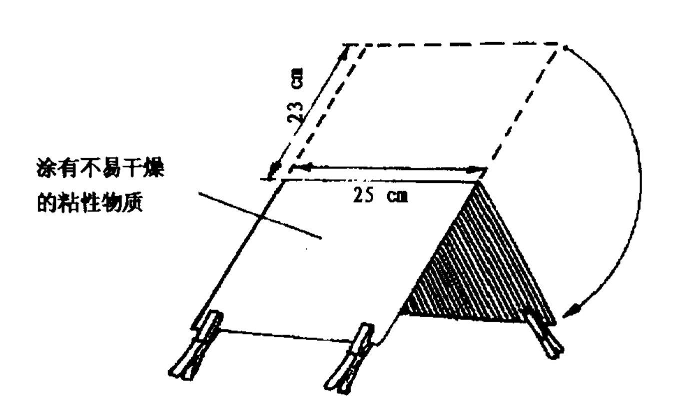


图 10－4 粘蝇架 （仿 Haskell et al. 1990）

出，可用手指堵住进虫管口，向指形管内吹气，将虫吹出。对于活泼善飞的小虫子，倒出时易逃逸，可由小口塞上沾有乙醚等的棉花球，将小虫熏倒后再倒出。上述任何一种吸虫管除了直接用口吸气外，都可以连接1个吸气的橡皮球来代替口吸。橡皮球捏扁时空气由后端排出，橡皮球放松时即起吸进的作用。法医昆虫采集时，不用口吸，一律采用橡皮球来吸虫（图10－5）。

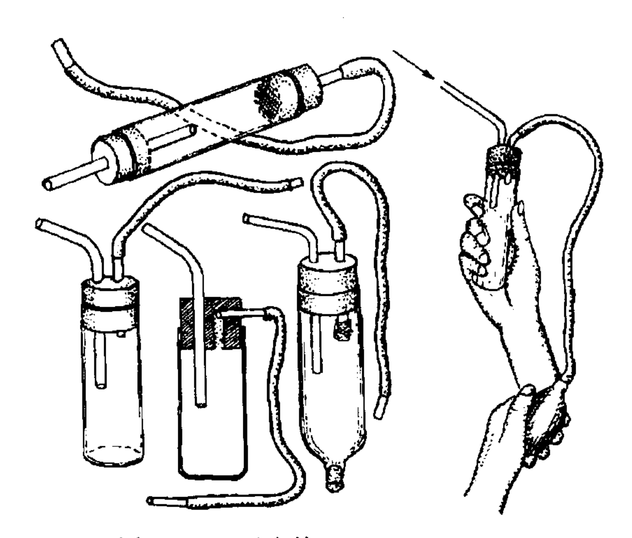


图 10－5 吸虫管 （仿杨集昆 1958）

研究用诱集装置 为了解各地、各季节、各种条件下与尸体（腐肉）有关的昆虫的种类、数量，除于放置尸体（腐肉）后作定时、反复的观察，并直接采集飞来的昆虫外，尚可设计类似图10－6所示的各种诱集装置。

毒瓶 采来的昆虫除要继续饲养的以外，在做标本之前一般要先杀死。毒瓶是杀死成虫的利器，常用的是氰化物毒瓶。

自制毒瓶时先选择大小合适、厚实耐用的广口瓶或平底粗玻璃管，配好严密的软木塞或

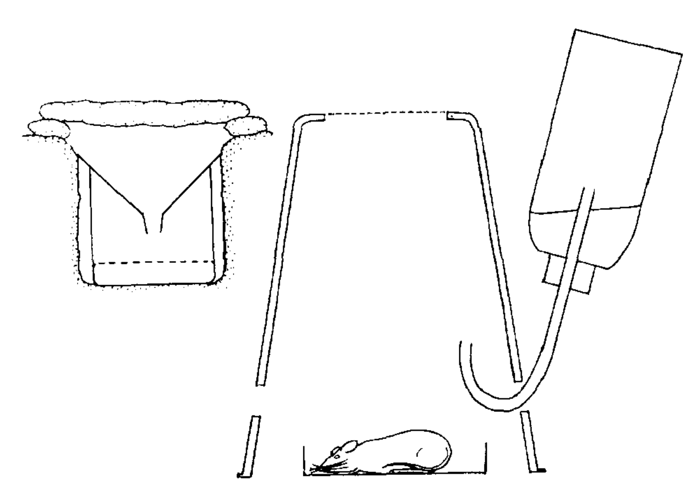


图 10-6 诱集装置 （仿 Smith 1986）

橡皮塞，既要密闭，又要便于开启。在瓶底部放好适量的氰化钾(KCN)或氰化钠(NaCN)小块或粉末，盖上一层锯木屑，用木棍将木屑压紧，然后再加上一层生石膏粉，滴上适量清水，使石膏湿透并摊平。此时暂不加盖或加塞，在安全、妥善处放置约 10 h，使石膏硬化，然后在石膏面上铺上一层吸水滤纸，加盖备用。氰化物有剧毒，毒瓶的制作、使用以至于日后废旧毒瓶的处置都要十分注意安全。

除了氰化物之外，毒瓶中亦可用乙醚、醋酸乙烷等麻醉剂。用时将乙醚等置于瓶底，或在瓶塞上打个小洞，装上小玻璃管，塞入脱脂棉，在脱脂棉上滴上药液即可。要注意的是，在这种毒瓶中熏杀时间要延长，以免虫子复活，同时因药物挥发快、失效快，要及时添加药物才能保持效力。

10.2 死亡现场的标本采集

当法医昆虫学工作者被召往死亡现场时，其昆虫标本采集不能不受到一些限制。在任何调查中，保护现场、保存所有可能获得的证据是首要的。昆虫学工作者一到达现场附近，就应立即与主要调查者联系，提醒主要调查者注意收集昆虫学证据，并耐心等待现场其他调查的进行。利用等待的时间，昆虫学工作者可观察、记录有关生境、地形、气象、植被、土壤等方面的情况。若能见到尸体的话，可记录位置，并留意昆虫活动情况。

当允许进入死亡现场后，应直接与现场技术人员联系。很多时候进入和退出现场的具体路线要经选择，以尽量减少对证据的破坏。现场技术人员将扼要介绍周围环境和业已进行的工作。通常，现场技术人员对昆虫学方面的工作很有兴趣，会提出颇有价值的建议，甚至帮助采集。由于所经受的训练不同，加之现场工作任务重，牵涉面广，时间有限，重要但不明显的证据有可能被现场技术人员所忽视，未注意到或未采到，法医昆虫学工作者的观察记

录可提供有价值的信息和重要的证明材料。

在死亡现场的昆虫学工作包括:① 尸体移走前,在尸体周围(6 m内)的标本采集;② 尸体移走前,在尸体上的标本采集;③ 尸体移走后,在尸体之下以及紧靠尸体附近(1 m内)的标本采集。自然,还包括死亡现场的观察记录和温度、湿度等数据的收集。

死亡现场观察记录应包括:

(1)登记“死亡现场记载表”;

(2)记录尸体的具体、确切位置,包括:主轴方位,身体两端位置,头、脸位置,各部分与基物接触情况,并记录1 d内阳光直射部位和阴影部位;

(3)观察记载昆虫飞行、停息、爬行情况,种类及大致数量;

(4)记录尸体上及其周围卵、幼虫、蛹、蛹壳、成虫单独或其组合所处位置;

(5)观察记录昆虫取食痕迹、粪便、幼虫蜕皮及尸体上的逸出孔;

(6)观察记录捕食性昆虫如埋葬虫、隐翅虫、蚂蚁、胡蜂,和寄生性昆虫如姬蜂、茧蜂、小蜂的情况;

(7)记录任何不寻常的种种现象,如尸体上的创伤、火烧、包被、埋葬、肢解或移动等。

书面记录之外还应辅以照片、录像或草图。详尽的各虫期特写照片在分析时可提供重要信息。每一张照片的具体拍摄时间都应予以记录。

昆虫发育所需的时间主要取决于温度,湿度、降雨、积雪、雾等也可影响其发育速率或行为,有关情况和数据均应注意收集。在现场要取得以下诸项温度记录:

(1)四周气温　以尸体之上0.3~1.3 m处的气温为代表;

(2)地表温度　将温度计置于地表被覆物上取得;

(3)体表温度　将温度计置于尸体皮肤上取得;

(4)尸体—土表温度　将温度计轻轻置于尸体与土表之间测得;

(5)蛆虫堆温度　将温度计置于蛆虫聚集中心测得;

(6)土壤温度　尸体一移开立即测出其下的土温,同时测定离开尸体1~2 m处的土温。每处各3类水平土温,即:覆盖物(草、树叶等)之下的土温;10 cm深处土温;以及20 cm深处土温。

测定温度时要避开直射阳光,一定不能让直射阳光照到温度表的感温部分。

在现场,要留意估计1 d中尸体暴露于直射阳光下的时间和部分晒到太阳的时间。这可通过观察尸体之上及周围植物、建筑物等来完成。在室内则决定于窗口位置和相距距离。这些都要加以记录。若存有疑问,可在晴天观察数次,以予明确。关于湿度则用湿度计予以记录。当尸体移去后,在死亡现场要连续3~4 d,每天作3~4次温度观察,以便确定该处温度与附近气象站(台)记录数据间的关系。通过这一比较,从而做出较精确的修正是十分重要的。在美国加利福尼亚州一案例中,于河边发现1具尸体,当详细记录了该地温度后,发现该温度比附近机场国家气象服务站同样每小时的记录要低6℃左右。

尸体移去前的标本采集,包括周围采集和尸体上采集2部分。周围采集主要是:① 使用前述粘蝇架,粘取蝇类和其他成虫;② 网捕飞行昆虫,一般须重复多次,以保证所有飞行种类都能采到;③ 用镊子采集地面爬行昆虫,包括甲虫、蚂蚁、蜷类、跳虫等以及新羽化的蝇类;④ 用较厚实的捕虫网在尸体附近植物上扫捕,通常可以采得许多与尸体有关的双翅目

成虫。

粘蝇架的使用已如上述。当使用捕虫网时,可将捕得昆虫连网底置入毒瓶,在 2~5 min 内毒死昆虫,然后转入盛有 75%乙醇的瓶内,部分可放入干燥的瓶内,供直接针插用。无论从网中取出或置入瓶内时都须小心从事,避免标本受损伤。

每个采集瓶内,在放入标本的当时,就必须放入标签,写明案件号码、采集地点、日期、时刻,等等。标签一定要用铅笔书写而不用墨水,瓶的外边另贴同样内容的标签。双重标签是法医昆虫学工作中的标准做法。这样做,可保证不因外部标签的脱落而失去标本。当携瓶回室内制作或检查标本时,内边一张标签取出放在有部分标本的检查容器内,其余的标本仍在具有外部标签的原瓶中,可不致出现混淆和差错。瓶号和采集地点等都必须登记在有关表格上。

周围采集完成后,可开始尸体上的采集工作。在尸体装袋和移走前,只能采集尸体表面各虫态昆虫,不许动衣物,不许动尸体。用镊子或其他工具采集时,要极端小心,不能造成损伤引起原先不存在的疑问。彻底检查衣服,收集现场未收集的昆虫,可在尸体解剖时进行。尸体袋在使用前要经过严格、细致的检查,保证袋内无虫,最好是一律使用新袋。

卵和大小不等的幼虫要注意收集,部分置入保存液中,另部分用于饲养。用于饲养的部分应选活的置于包含有潮湿纸巾的塑料杯中,或直接置入事先准备好的蛆虫饲养杯中。饲养工作十分重要,养出成虫便于精确鉴定或证实幼虫鉴定的结果。不仅大幼虫要饲养,小幼虫和卵也要重复饲养。

早期尸体上最吸引昆虫前来活动的是鼻孔、耳、口、眼等部位和刀、枪、钝器打击后的各种创伤。颈部皮肤褶皱处、头发上、暴露在外的生殖器和肛门附近也都是检查的重点。

在室外,若尸体上已经发生大量昆虫,当尸体移去后,将有许多成虫、幼虫、蛹以及其他节肢动物留在地上,应注意采集。幼期除保存外,同样还要进行饲养。

地面上接近尸体或在尸体之下的草、叶片、树皮、腐殖土及其他杂物中,很可能隐藏有许多尸食性昆虫及其天敌。应取样置入纸板盒或塑料容器内,写明标签,带回实验室以供检查之用。

与头、躯干、四肢接触的土壤,尸体下面、尸体邻近处及离开尸体 1 m 处的土壤均需取样,并写明标签。

10.3 尸体解剖中的标本采集

在调查过程中,每一步都要注意及时采集有关昆虫标本,以便充分加以利用。若尸体运离死亡现场之前,未能采集,则尸体解剖时是最好的采集机会。若现场曾进行过表面采集,解剖中仍应进一步进行。解剖时最好有昆虫学工作者到场,结合法医病理学工作者的工作协调开展并予完成。若办不到,则验尸人员应按一定程序收集必要的昆虫学证据,并可返回现场(即使若干小时之后)寻找解剖中未能获得的关键虫态。

尸体很可能是装在尸体袋(具拉链的塑料袋)中自现场运来,当尸体高度腐败时,更必须如此。若尸体上已有大量昆虫滋生,尸体袋的外表面会有幼虫或成虫,应予采集并写明标

签。尸体袋一打开则要检查内表面，采集后在标签上还要注明距离尸体的什么部位，如头、躯干、手、足最为接近。

在很多情况下，尸体在解剖前曾经过一定时间的冷藏，如数小时以至若干天。因此要明确记录冷藏时间、冷藏温度以及运输期间的温度条件。从冷库中取出时，要记录蛆虫堆的温度。假使冷藏前尸体上已形成大的蛆虫堆，较低的温度对昆虫发育可能影响不大，甚至无影响。当冷藏温度是 2～4℃时，蛆虫堆温度仍可高达 27～37℃。

当尸体自尸体袋中取出置于解剖台上时，无疑应先做外部检查。此时，昆虫学工作者和病理学工作者可相互帮助收集证据。假使尸体穿有衣着，必须详尽、彻底予以检查，常可获得不同种类、不同虫期的很多昆虫。衣着褶缝中往往隐藏着卵、幼虫、蛹或成虫，须细心轻轻打开。衣着上的湿润处要着重检查，蝇卵常产于潮湿的地方。种子和其他植物材料亦要收集，以便植物学工作者做案情分析用。在植物茎或种子中还可能找到昆虫，它们能为案件的生境、时间或地点等方面提供线索。

有的国家规定将尸体双手分别装入纸袋或塑料袋中，在腕部扎好，以便保存粘在手上的头发、皮肤碎片等外来物以作为证据。当解剖中移去这些手袋时，要做仔细检查，因滋生于手上，包括伤口中的昆虫，在运输过程中可能爬离。

当衣着经检查并移去后，要注意尸体上昆虫集中活动的部位，予以记录并拍照，充分显示范围、程度及昆虫组成。然后从主要各点取样。若存在有蝇蛆，部分作标本保存，部分保留活虫用于饲养。在新鲜尸体上，脸部常是昆虫活动最多的地方。蝇类特别喜爱在潮湿、可隐蔽的自然孔口，如鼻孔、嘴、眼等处产卵。生殖器和肛门倘若外露，亦吸引雌蝇产卵，当受伤或沾染有排泄物时更是如此。四肢和躯干上的创伤同样吸引昆虫。手或前臂上若有大量昆虫，可怀疑曾受创伤。

蚤、虱、螨等可在新鲜尸体上或刚取下的衣着上找到，它们许多试图离开冷却了的尸体，甚至爬向检查者。头发基部可能有虱卵，眼睫毛或脸上皮脂腺中可藏有蠕螨 *Demodex* sp.（蠕形螨科 Demodicidae），应放大、检查。可根据这些节肢动物是否仍然活着，来推断死亡时间。

内部解剖一开始，昆虫活动主要部位可见于脑壳及自然孔口内、呼吸道、食道、生殖器和直肠区、死前创伤以及胸腔、骨盆等处。从任何部位采集到的昆虫均需标明并加以保存。

10.4 土埋尸体的标本采集

土埋尸体的发掘技术和发掘经验十分重要，发掘不恰当，遗骸会受到损害。挖掘的损害可导致有关死亡原因或生前所受伤害等重要证据的毁坏。锄头等挖掘工具不适用，虽然如此，有人图方便仍然使用它，应予以避免。在这方面，考古工作的技术和工具很有用处，可以起很大的作用。

从土埋场所采集昆虫标本与前述暴露尸体当尸体移开后的采集步骤相似。昆虫学工作者要认真采集土样，以便随后仔细检查其中的昆虫及昆虫碎片。从土表直至尸体表面以及两侧的土壤，还有尸体移开后坑底的土壤，都要取样过筛、细查。幼虫、围蛹、成虫或它们的

碎片均有可能被发现。遗骸表面若有昆虫,应予以采集、保存、饲养,但要小心从事,不能引起损伤。

10.5 密闭结构中的标本采集

密闭结构会产生独特的问题。首先,由于结构十分严密,例如门窗紧闭的较新的汽车、密闭小房间、密闭金属容器、使用冷气而隔离得很好的房屋等,吸引昆虫的气味扩散必然很慢。问题是究竟需要多长时间,气味才能外逸。在有的条件下,气味根本无法外逸。即使如此,也要认真仔细检查,以明确是否不存在昆虫。

其次,即使气味外逸,昆虫仍然难以到达尸体。这样,就可能有相当数量的蝇类或其他昆虫在外面,试图到达尸体。外面集合有丽蝇,显示其中有死动物并开始腐败。飞翔的昆虫应用捕虫网和粘虫板采集,爬行的可用镊子等采集。尸体历时已有多久,可由演替波中某些昆虫的组合而显示出来。这是因为腐败程度不同,分解产物和气味等不同的关系。例如,假使只有丽蝇科昆虫,那么,死后时间较短;假使有蚤蝇科和蝇科,则时间较长。

第三,密闭条件下,其内的温度与气象站(台)记录的很不一样。一辆汽车停在柏油马路上,门窗紧闭,其内温度可极显著上升,这可使昆虫生长发育加速若干天,从而造成估计上的差错。要重新安排类似密闭环境,详细、系统记录温度,与气象站(台)记录作比较,明确其间关系,以便精确做出估计。

当在密闭而加温或降温的室内现场调查时,应查明原来的设定温度,明确有关时间段的温度情况。在密闭而具有腐败尸体的屋内,要探明温度条件较为麻烦。因为,进入屋内的第一人,无疑会打开所有窗户,以驱除难闻的气味。这样,只有重新关闭门窗,按原先一样加温或降温一段时间后,才能测出原先的环境温度。

要注意昆虫已经爬离的问题。在室内,若尸体已高度腐败,可能不只1代幼虫已爬离,化蛹、羽化为成虫。当检查墙壁与地板交界处、墙角以及地毯、垫子时,沿着护壁板、裂缝、间隙或在阴暗角落中,会发现红褐、暗褐或黑色,长桶形的蝇类围蛹以及淡色、不再取食的蝇蛆。

幼虫也可爬至其他房间。在开阔的生境,成长蝇蛆可爬离达50 m。若尸体高度腐败,汁液通过地板下渗,下渗处也可以有幼虫、蛹或成虫。在汽车中,对脚垫、座位下和各种缝隙,都要做全面、彻底检查。

由于新羽化成蝇和甲虫向光,趋向屋外,故对窗帘、百叶窗要做仔细检查。窗台和附近的各种架子上也可以有许多与尸体有关的成蝇或其他昆虫。假使密闭的地方太热,昆虫可因高温而加速死亡。

在天花板、地板、墙上甚至尸体上常有许多成蝇的暗色粪斑和吐出的淡色食物斑。要注意观察它们的密度和面积,以便估计种群密度。在干尸附近,常累积有相当数量的皮蠹等的粪便,蜕皮常与虫粪混在一起。

10.6 水生生境中的标本采集

在实际工作中,不时需要从水域中发现的尸体上采集昆虫学证据。场合包括:大面积水体的岸边;海岸边的潮水中;河畔;溪流中的岩石边;慢速流动的人造湖中;静止的池塘中;井渠内;污水塘中;阴沟内;井中;雨水桶中,等等。在上述各生境中,都可以有适应于该环境的特殊昆虫,而特殊的昆虫可帮助调查者推断特殊的地理位置、场所或一年中的特定时间段。

通常,水生昆虫并不像一些陆生种类那样是食腐肉的(Haskell et al. 1989)。然而,有些水生昆虫利用沉没或漂浮的尸体作为附着的场所,便于取食藻类等小有机体,或躲避天敌。虽然在有些情况下,某些水生节肢动物(如虾蛄、蟹、虾)也取食人尸组织(Smith 1986)。

水生昆虫一生大部分时间都在水中,有些种类作为幼期在水中历时若干年。有的全在水中。很多种类,生长、取食阶段在水中,生殖阶段时间短,陆生。因此,在现场调查中从水中捞起的尸体上只见到幼虫、蛹等幼期阶段,而在水面、岸边或河堤上发现的尸体上,则可见到刚羽化的具翅成虫。

常见的陆生种类,如丽蝇、麻蝇、阎甲、埋葬甲,一般难以在沉没的尸体上见到,而漂浮的尸体上则可以包含有陆地现场的常见种。这些种类的采集与前面已经介绍的相同。假使尸体在沉没前已为陆生昆虫所利用,这些昆虫将因沉没而溺死。这可说明尸体沉没前曾在水面上或陆地上经历过一些时间。

大多生活于水中基质上的昆虫,遇到轻微的震动即会离去。若用一块较稀疏的裹尸布或小孔细网轻轻将尸体捞起,将十分有利于其上水生昆虫的采集。

部分活的幼期标本,在采集之后应立即置于取自现场的水中。转运时,现场的水要多携带,同时要防止水温升高,因为许多此类昆虫对热是敏感的。采集瓶要遮阴,盖以湿布,并可适当降温。此外,尸体旁边的其他基质亦要取一部分单独置入另外的采集瓶中,其间大概可以找到与尸体上相同的种类。

尸体旁飞翔的成虫可用捕虫网采集。用戴有手术手套的手从附近植物上或直接从尸体上采集一些成虫亦有可能。捕得标本可置入盛有 70% ~ 80% 乙醇的瓶中。通常在许多有关水生昆虫的鉴定中,翅非常重要,而它们又常常十分纤弱,故动作要轻,处理要小心。

卵、幼虫和蛹可用镊子等自尸体或其他基质上取下,操作要特别小心,不能损伤尸体。假使不使用前述较稀疏的裹尸布或小孔细网,标本应在尸体移动前直接从尸体上采集。许多有关的水生昆虫极易受震爬离或掉下,即使将尸体置入尸体袋中也难以找到。

水生昆虫的幼期往往因为个体小,色泽不醒目而未被注意。摇蚊科 Chironomidae 水生幼虫从一河中发现的尸体上采到时,开始被误认为是红色的地毯纤维(Hawley et al. 1989)。因此,调查者必须近距离十分细心地检查皮肤和衣着,此时手持扩大镜是必需的。摇蚊科幼虫亦可在皮肤或衣着表面的一些粘质物和藻类之下发现,只有除去此层粘质物后才能见到幼虫。毛翅目 Trichoptera 幼虫或蛹可在急速流动的溪、河中发现的尸体的衣着上、衣着中找到。一旦采到,应保存于保存液中。

摇蚊、石蚕、蜉蝣以及其他一些小型双翅目昆虫,在推断水中尸体的死亡时间和场所方面,将证明是有用的。但目前为止,水生环境死亡调查中,昆虫学证据的应用还很少。极少死亡调查报告中提到水生昆虫(Holzer 1936, Hawley et al. 1989)。生活在这些环境中的很多种类常常不被认为是昆虫或未能看出;许多难以鉴定到种;对它们的行为、习性了解亦很少。这种状况亟待改进。

1995 年 Vance, VanDyk 及 Rowley 报道了一种自行设计的装置(图 10-7),用于与尸体有关的水生昆虫的调查取样,可供参考。

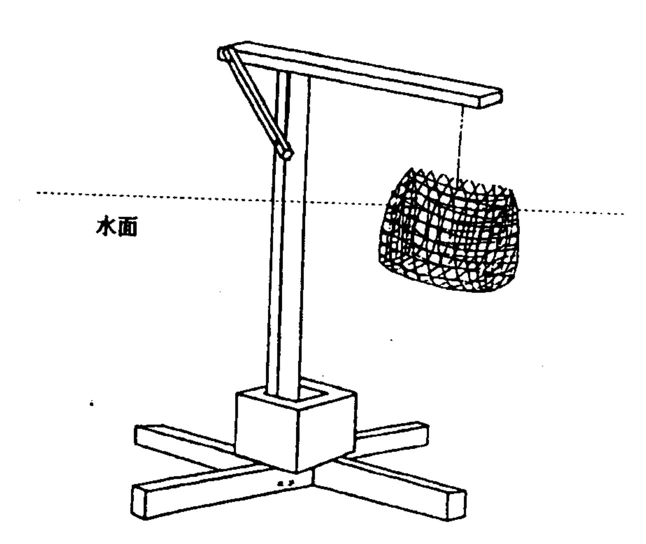


图 10-7 一种用于调查研究与尸体有关的水生昆虫的装置 (仿 Vance et al. 1995)
调节篮子高度的绳索和螺丝眼未绘出

10.7 分 离

现场采回的尸体附近或尸体之下的树叶、树皮、草等杂物中的昆虫和螨类,可通过 Berlese/Tullgren 漏斗(图 10-8)予以分离。漏斗具金属筛网,上置杂物,允许昆虫和螨类穿过网孔,沿漏斗下行。盛有 75%乙醇的小杯置于漏斗末端开口处,以收集小动物。昆虫和螨类由悬挂于筛网之上的 10~25W 灯泡所发生的热(也可以是化学反应发生的烟)驱赶至漏斗底部。一般 3~4 d 内大多数昆虫和螨类被从杂物中赶至乙醇杯内。这些标本可经处理而用于检查。

土壤样品可用不同尺寸的金属网来过筛。首先,用网孔为 6 mm 的筛来分离大土粒和大昆虫。筛下物薄薄平铺于白色大搪瓷盘中,以便暴露虫子。成虫可取出置于 75%乙醇中,幼虫则保存于 Kahle 氏溶液或 75%乙醇中。然后再用网孔 1.4 mm 网过筛,将大幼虫、蛹和中等大小成虫与小成虫、小幼虫分开。盘子的白色背景将很小的虫子也衬托出来,特别是

在运动的情况下,使它们都可被见到并被收集起来。拾起小昆虫的方法是将镊子一尖端或细毛笔在保存液中一浸,与昆虫一接触就行了,液体的表面张力保证将昆虫转移至采集瓶中。当然,也可以采用吸虫器,再置入乙醇中。土壤中的螨类,可在通过 1.4 mm 筛网后,再用 Berlese/Tullgren 漏斗技术予以收集。

土壤样本盒在过筛分离前,可置于 1~4℃下约 1 h,使昆虫活动大为下降。但在冰箱中的时间和具体温度都应记录下来,时间不能过长,因会延缓昆虫发育。

不容忽视的是:在叶片等杂物和土壤样本中可能混有其他证据,如骨骼碎片、头发、牙齿、子弹等。昆虫学工作者要充分予以注意,按规定办法收集,写明标签,并及时报告主要调查者和法医病理学工作者。

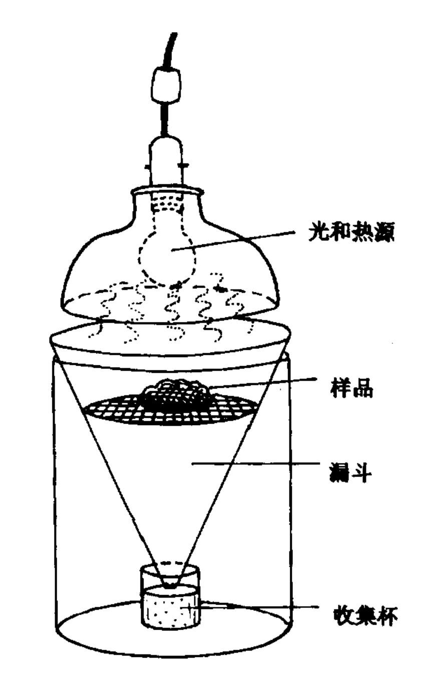


图 10-8 Berlese/Tullgren 漏斗 (仿 Haskell 1990)

10.8 保存液

常用的保存液有:

(1)70%~80%乙醇

市售乙醇通常浓度为 95%,配制 70%或 80%乙醇的简单方法是:量出 70 ml 或 80 ml 95%乙醇,用蒸馏水加足至 95 ml 即成。

用途:① 杀死和保存成虫标本;② 保存幼虫标本。

(2)Hood 氏溶液

配方:75%乙醇 95 ml、甘油 5 ml。

用途:① 杀死和保存成虫标本;② 保存幼虫标本。

(3)Kahle 氏溶液

配方:95%乙醇 30 ml、甲醛 12 ml、冰醋酸 4 ml、水 60 ml。

用途:① 杀死和保存成虫标本;② 保存幼虫标本。

(4)KAAD

配方:95%乙醇 80~100 ml、冰醋酸 20 ml、火油 10 ml、二恶烷 10 ml。

用途:仅用于杀死幼虫标本,不用于保存。因大约 12 h 以后,标本即开始变脆而易碎。杀死后,标本应取出置入 70%~80%乙醇中。

(5)XA

配方:二甲苯 50 ml、95%乙醇 50 ml。

用途:杀死幼虫标本。

(6)XAAD

配方:二甲苯 40 ml、异丙醇 60 ml、冰醋酸 50 ml、二恶烷 40 ml。

用途:杀死幼虫标本,不用于保存,理由同 KAAD。一般采到之初采用,10~12 h 后将幼虫转入 75%乙醇中。

关于水生昆虫,所有虫态均可采用上述 Hood 氏或 Kahle 氏溶液,此外,尚可采用:

(1)90%~95%乙醇　用途:保存卵、幼虫和蛹。

(2)75%~80%乙醇　用途:保存软体成虫。

(3)Carnoy 液

配方:冰醋酸 10 ml、95%乙醇 60 ml、30%三氯甲烷 30 ml。

用途:保存软体昆虫。

(4)Pampel 氏溶液

配方:10%甲醛水溶液 10 ml、95%乙醇 30 ml、冰醋酸 7 ml、水 53 ml。

用途:适用于各虫态。

10.9 蝇类的饲养

通常猪肝、牛肝、牛肾、羊肾、猪肾、瘦牛肉、瘦猪肉、人工饲料、含肉(非鱼)罐装狗或猫食品等,均可用来作为实验室内丽蝇等幼虫的饲料。

Harris et al.(1985)提出了比较标准的丽蝇人工饲料配方,其组分如下:

肉和骨　140 g

奶　粉　30 g

蛋　粉　30 g

Carrageenan　5 g　(一种凝结剂,Sigma 化学公司出品,No.C-1013)

甲　醛　1 ml

水(65℃)　597 g

开始时上置一小粒猪肝、牛肝之类,以作为最初的饲料。

Barlow & Kollberg (1971)则提出了用于丝光绿蝇幼虫营养研究的化学规定饲料,其组分如下:

l-氨基酸混合物　50.0 g

脂　类　6.25 g

混合盐　2.2 g

葡萄糖　12.5 g

琼　脂　30.0 g

核苷酸　1.88 g

NaOH　0.04 g

维生素混合物　　282.8 mg

水　　　　　　加至 1 000 ml

其中，l－氨基酸混合物的组分(g/l)是：丙氨酸 2.57、精氨酸 2.11、天门冬氨酸 3.04、盐酸半胱氨酸 0.71、谷氨酸 5.46、甘氨酸 0.70、盐酸组氨酸 0.70、羟基脯氨酸 0.96、异亮氨酸 3.04、亮氨酸 5.59、赖氨酸 3.52、甲硫氨酸 1.88、苯丙氨酸 2.79、脯氨酸 3.99、丝氨酸 3.51、苏氨酸 1.88、色氨酸 0.94、酪氨酸 3.28、缬氨酸 3.28。

脂类的组分(g/l)是：软脂酸 1.10、硬脂酸 0.50、油酸 2.40、亚油酸 0.75、亚麻酸 0.26、胆固醇 1.25。

混合盐的组分(g/l)是：$FeCl_3 \cdot 6H_2O$ 0.065，K_2HPO_4 1.344，$CaCl_2$ 0.110，$MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.472，$MnSO_4 \cdot H_2O$ 0.0015，$ZnCl_2$ 0.025，$COCl_2 \cdot 6H_2O$ 0.017，$CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 0.020，$NaHPO_4 \cdot 7H_2O$ 0.139。

维生素混合物的组分(mg/l)是：生物素 0.7、泛酸钙 11.3、氯化胆碱 52.3、叶酸 8.9、肌醇 149.0、烟酸 8.1、对－氨基苯甲酸 22.6、盐酸吡哆醇 22.5、核黄素 4.1、盐酸硫胺素 3.3。

配制时，脂类制成悬浮液，核苷酸溶于碱溶液中，NaOH 溶于水中，琼脂溶于热水中。将氨基酸和盐加入水中，加热溶解后，再将上述溶液依次加入搅拌，然后加压消毒 20 min。饲料凝固前，在无菌室内将经过微孔漏斗过滤的维生素和糖溶液加入调匀，分装备用。

饲养时，将幼虫单头接入饲料中，饲养温度 23℃，相对湿度 60%，待幼虫老熟后移至沙中化蛹。

此外，Hill et al.(1947)提出的，用于伏蝇大量饲养的幼虫饲料和成虫饲料，亦可供作参考。

至于饲养容器可用小塑料盒或冰激凌盒，也可用一小片 15 cm × 18 cm 的铝箔，纵横各折叠 2 次，最后成一 5 cm × 6 cm 上方开口的长方形盒状物。将 90～150 g 肝或其他饲料放入，并引入 10～15 头活幼虫(大小不同的要分开饲养)。然后盖上 1 张湿纸巾，上面再盖 1 张干纸巾，以防止迅速干燥，铝箔盒的上沿也稍折起，以延缓干燥，但不妨碍将来老熟幼虫的爬离化蛹。饲养小盒置入具通风孔的纸板或塑料容器内，容器底部装有中等大小的蛭石或消毒沙。若用塑料袋，应先装入约 1/3 的木屑，然后放入肉或其他饲料及活幼虫。Nuorteva 型饲养器则如图 10－9 所示。饲养可在室温下或 20～27℃、相对湿度 60%～75%的培养箱(室)内进行。

采得的材料若为卵，处理方法与幼虫相似。若是围蛹，因不取食，故不需饲料，可直接放入杯(盒)中。杯中底部有蛭石或沙，用蛭石等轻轻盖好，或放入含有木屑的塑料袋中。

成虫具翅，羽化后要防止逃逸。在饲养杯或塑料袋中羽化是跑不掉的，但检查时仍须小心。蝇类常在上午羽化，若干小时后可以飞翔。蝇类羽化后供以吸有 10%蔗糖液的小棉花球，待其存活 48 h 后再予以杀死和保存，这样可保证色素充分沉积，翅充分舒展。

在死亡现场，甲虫幼虫常可与蛆虫一起采得。许多甲虫幼虫取食蛆虫，因此，此等活甲虫幼虫不能与蛆虫放入同一容器内。它们需要放在另外的容器中进行饲养。假使它们确系捕食者，应采集另外的蛆虫作为它们的食料。这些作食料的蛆虫可在 4℃下保存一段时间。假使它们并非捕食者，则可供给与蛆虫相同的食料。

在介绍了蝇类的一般饲养方法之后，顺便提一提 Kamal(1958)和 Greenberg(1991)的具体

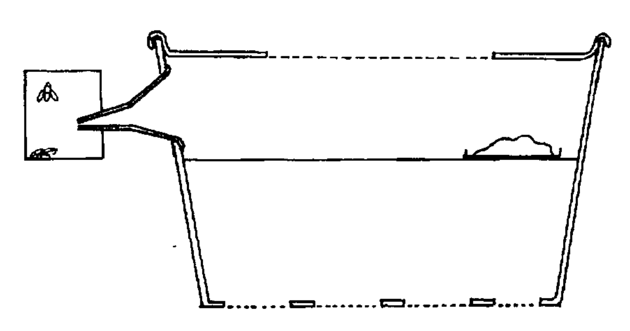


图 10-9　Nuorteva 型饲养器　(仿 Smith　1986)

研究结果以供参考。

Kamal(1958)报告了丽蝇科和麻蝇科共 9 属 13 种的饲养与生物学比较结果。研究对象包括:伏蝇 *Phormia regina*(Meigen)、新陆原伏蝇 *Protophormia terraenovae* R.-D.、丝光绿蝇 *Lucilia sericata*(Meigen)、反吐丽蝇 *Calliphora vomitoria*(L.)、红头丽蝇 *Calliphora vicina* R.-D.,以及 *Wohlfahrtia opaca*(Coq.), *Sarcophaga cooleyi* Park., *Sarcophaga shermani* Park., *Sarcophaga bullata* Park., *Protocalliphora avium*(S.& D.), *Eucalliphora lilaea*(Walker), *Cynomyopsis cadaverina*(R.-D.)和 *Calliphora terraenovae* Macq.。主要结果可归纳如下:① 除 *Wohlfahrtia opaca* 和 *Protocalliphora avium* 之外,其他 11 种在 80±2°F(26.67±1.11℃,Smith 1986 引用时误印为 22℃,Cattset al.1992 特别指出了这一点)和相对湿度 50±2%条件下饲养均获成功。在所有研究的种类中,丝光绿蝇对低湿的忍受力最低。② 丽蝇属 *Calliphora* 的任何一种在第 3 代后均未获成功。③ 当饲养于自然光或人工光条件下,在繁殖能力、交配活动方面未见有差异。④ 与变动的自然室温条件相比,所采用的人工控制温、湿度加速了生活圈的完成,缩短了成虫的寿命。⑤ 饲养笼的大小会影响成虫寿命,笼子小,寿命短些。⑥ 牛肝是最合适的培养基和产卵基质。除 *Eucalliphora lilaea* 外,所有研究种类均回避以猪肝作食料。新鲜、潮湿的肝比陈的肝更适合产卵。偶然,伏蝇和新陆原伏蝇将卵产在非饲料上。⑦ 除 *Eucalliphora lilaea* 外,所有作为研究对象的丽蝇在交配前都需要蛋白质食物,而麻蝇并非必需。丽蝇相对需要糖,它们对于缺乏糖比麻蝇要敏感。当只供应水时,所有丽蝇都比麻蝇死得快。麻蝇在只供应水时,比只供应糖时要活得久些。对于产卵来说,蛋白质和碳水化合物都是必不可少的。⑧ 食物的激烈竞争使幼虫取食阶段延长,但对蛹期无影响。⑨ 幼虫食物短缺,会产生大批小个体,小个体产的卵正常,但相对来说数量要少,繁殖量下降,使后代成员间竞争减少,接着又产生正常大小的个体。⑩ 食物不足的种群中,性比并不受影响。⑪ 在该给定环境条件下,食物是影响种群和个体大小的主要因子。⑫ 对于食物缺少的适应能力,各种不一样。⑬ 在所有研究的种类中,首先伏蝇,其次是新陆原伏蝇,它们能在最短时间内成长,而寿命和交配期又最长,使它们处于十分有利的地位。在不利环境条件下更是如此。

Greenberg(1991)将 4 种丽蝇卵各 150~200 粒,分别置于 22.5℃恒温和 16~29℃变温(08:00~20:00 29℃, 20:00~08:00 16℃)下进行饲养,每种每处理 2 次重复,比较结果如表

10-1。变温下4种丽蝇发育时间都较长,其中丝光绿蝇达显著程度。

表 10-1 恒温和变温条件下4种丽蝇自卵发育至成虫所需最短时间比较 (Greenberg 1991)

种	所需小时数(各2次重复)		差异率(%)	显著性
	22.5℃	16~29℃		
伏蝇 *Phormia regina*	369 348	381 390	7	不显著
次生锥蝇 *Cochliomyia macellaria*	291 279	309 330	12	不显著
绯颜裸金蝇 *Achoetandrus rufifacies*	366 358	402 387	9	不显著
丝光绿蝇 *Lucilia sericata*	352 366	432 432	20	$P<0.05$

10.10 水生昆虫的饲养

除了那些需要高速水流或模拟水沟条件的之外,一般地说水生昆虫的饲养并不困难。一个小的或中等大小的水槽可用来饲养大多数幼期水生昆虫。可能的话,应尽量饲养在从标本采集地点取回的水中。倘若用自来水,应先取出过一夜以除氯。用水桶等容器收集,然后存放在水池或水槽中的雨水也是合适的。

在饲养槽中要放一些从采集地点取来的短棒、石块、草、树叶等,便于昆虫爬行或停息。水槽通气是需要的,除非样本取自静水。通气可通过养金鱼用的小型装置来完成。许多水生昆虫取食藻类等,其他一些是腐食者,有些则是捕食性昆虫。大多数的取食需要,通过从现场取得腐败植物浸入水中即可满足。市售鱼饵可以作为补充。捕食性种类则须供应小动物作为它们的猎物,且要分开饲养。

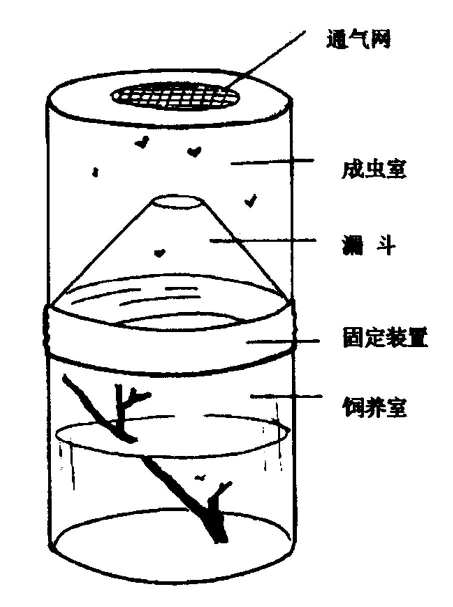


图 10-10 水生昆虫饲养器 (仿 Haskell 1990)

假使饲养槽顶上装有小顶篷,羽化的水生昆虫离开水面后可以爬上去。顶篷可呈金字塔形,顶端具有一小门或口盖,成虫可通过此门或孔口取出。

水生昆虫亦可饲养于类似图 10 - 10 的装置中。容器分上下 2 室,下室供水生昆虫幼期生长发育之用;上室顶部具纱网,便于通气,底部有漏斗状装置,羽化成虫由此进入上室,然后予以收集。

11 昆虫学证据的实际应用

胡 萃 陈 益

在绪论中介绍法医昆虫学历史时,即已提到国内外应用昆虫学证据于实际办案的最早成功事例,此处不再重复。下面分死亡时间估计、死亡原因分析、死亡场所与抛尸场所推断以及其他等4方面,将一批较突出的成功案例介绍如下。4方面的划分纯粹是为了便于阅读,实际上有的案例牵涉到多方面的问题。

11.1 死亡时间估计

死亡时间一般通过死后间隔时间(PMI)来确定,正确估计死后间隔时间是刑事案件侦破工作的关键。通常总是蝇类最先到达尸体,因而蝇类的应用最为常见,既可根据其卵或幼虫的发育历期来推断死亡时间,也可根据其蛹来推断。不仅应用蝇类,亦应用甲虫或其他昆虫;不仅根据1种昆虫,亦可根据几种昆虫或尸体上的昆虫区系演替来推断死亡时间。

案例1

8月间一天上午9时前后,在美国华盛顿州Spokane附近一批废弃汽车之间,发现一半裸年轻女尸,脸略朝下,胸部、颈部有多处刺戳伤痕,在伤口之中及其周围可见丽蝇成虫。下午晚些时候尸体解剖时,从伤口采得蝇卵。随后剖查显示这些卵的胚胎尚未发育,说明产下不足8 h。

死者在事发2天前的傍晚曾被人见到过。昆虫学方面的证据说明少妇就是在尸体发现的前一夜被谋杀的。假使死得更早一些,由于尸体发现之前2天内的气候条件均适宜于丽蝇成虫活动和产卵,从伤口应可找到蝇蛆而非蝇卵。后来证实,该少妇确实是在发现尸体之前的那个夜间被杀害的(Lord 1990)。

案例 2

在美国新英格兰一工业联合企业后面的停车场上,发现一衣着齐全的年轻女尸。右太阳穴有一 9 mm 弹穴,头下有一滩血。尸体是在早晨约 6 时,雇员们前来报到工作时发现的。最初,无论尸体之上或其周围均未发现昆虫。在检验进行之中,尸体为早晨的阳光所温暖,少量丝光绿蝇 *Lucilia sericata*(Meigen)飞至伤口取食。当尸体自现场移开时,伤口中及其周围产有一些蝇卵。鉴于前一天的天气条件适合该蝇活动,并根据该蝇高度趋向血腥,其成虫夜间不活动等情况,昆虫学者下结论说,枪杀就发生在发现尸体之前数小时的黑夜中。后来证实,在事发前的午夜尚有人见过该少妇(Lord 1990)。

案例 3

早春,在美国西南部一灌木林中,发现一衣着完整的白人男青年尸体,胸部和背部有多处小口径弹痕,少量血从其左鼻孔渗出,部分地盖住了左眼。从左眼表面取得一颗粒状物,仔细检查是蝇类的一小堆卵,其中有若干粒业已孵化。饲养结果,鉴定为次生锥蝇 *Cochliomyia macellaria*(F.)。根据气候条件和有关此蝇的发育生物学知识,判定这些卵是在尸体发现之前 24 ~ 36 h 产下的。后来证实,他是在其尸体被发现之前约 36 h 被其同伴杀害的(Lord 1990)。

案例 4

一渡船驾驶员因被刺杀的邮政局长尸体于 9 月某日傍晚在其渡船上被发现,涉嫌谋杀而被拘留。驾驶员是傍晚 6 时来上班的,尸体是几小时之后发现的。尸体解剖于翌日下午 4 时进行。当时存在有一些淡黄色蝇卵卵块和许多刚孵化、1 ~ 2 mm 长的幼虫,均记录在解剖报告中。但在审判过程中,对此未加注意。根据虚构的证据,渡船驾驶员被判终生监禁,虽然他发誓他是清白、无罪的。

8 年后,此案重新开庭。在新的审判中,Mihályi 博士指出,在匈牙利 9 月间下午 6 时,无尸食性蝇类活动。他回忆若干试验后指出,在 26℃下,叉叶绿蝇 *Lucilia caesar*(L.)淡黄色卵于产下 13 h 后孵化,丝光绿蝇 *Lucilia sericata*(Meigen)10 ~ 11 h 后孵化,而新陆原伏蝇 *Protophormia terraenovae*(Robineau-Desvoidy)产后 14 ~ 16 h 孵化。这些数据用于本案,导致这样的结论:卵若产在解剖这一天是不可能孵化的,它们一定产在解剖前一天下午 6 时以前。Mihályi 博士关于卵历期方面的数据经核实无误,以此为基础,加上其他证据,渡船驾驶员被宣告无罪释放(Nuorteva 1977)。

案例 5

1971 年 8 月 21 日下午 4 时,2 个曾免费搭车的女孩的尸体,在芬兰南部 Hyvinkää镇附近沙坑中被发现。尸体部分地盖有聚乙烯薄膜,在一女孩的头发上采到一堆蝇卵,一眼中有 1 蝇蛆,长 4.5 ~ 5.0 mm。4 d 后,冷藏尸体检查结果,同一女孩双眼有 4 头 5 ~ 6 mm 长的蝇蛆,另一女孩双眼有 5 头 2.5 ~ 3.5 mm 长的蝇蛆。

对所有采得的卵和幼虫进行了饲养,卵发育到 4.5 ~ 5.0 mm 长的幼虫(即 8 月 21 日观察到的蝇蛆长度)需要 1.5 d 时间。进一步饲养仅部分成功,只得到 1 头红头丽蝇 *Calliphora*

vicina Robineau-Desvoidy 成虫。同种标本于 1973 年 8 月 28 日,在发现女尸的地方用放在玻璃容器中的肝培养基亦曾诱得。

根据实验,幼虫达到 4.5~5.0 mm 长需要 1.5 d,因此下结论说,自 8 月 19 日开始,尸体即在发现的现场了。犯罪嫌疑人 8 月 19 日及随后几天有借口不在犯罪现场。审理中,警方有根据地指出,女孩尸体可能 8 月 14 日就在该现场了。考虑到 8 月 14 至 19 日的温度每天都超过 16℃,假若早存在,尸体上应该有许多大蝇蛆。既然没有许多大蝇蛆,一种可能是 8 月 14 日女孩尸体不在该现场,另一种可能是尸体完全被聚乙烯薄膜盖没。从警方在现场当时拍摄的照片看,开始薄膜完全覆盖尸体是可能的,后来部分地被风移动了。随后一个问题是,蝇类是否通过薄膜上可能存在的孔洞产卵。立即仔细检查结果,薄膜上不存在孔洞。根据警方调查结果,加上昆虫学方面的材料,导致了对犯罪嫌疑人的定罪(Nuorteva 1977)。

案例 6

1935 年 9 月 29 日下午,警方得到报告说,在英国爱丁堡附近发现了经肢解的人尸。后来查明是 2 具尸体,分别是 Ruxton 夫人和她孩子的护士,Mary Rogerson。根据尸体上发现红头丽蝇 *Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy 的 3 龄幼虫,A. G. Mearns 博士估计死亡已 12~14d。此估计与其他方面证据相一致,证实了有关证据,虽然罪犯嫌疑人 Ruxton 医生并没有坦白,仍然对他定了罪(Glaister et al. 1937)。

案例 7

原告方病理学者 Keith Simpson 教授根据 6 月间尸体上找到的红头丽蝇 *Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy(= *erythrocephala*)3 龄幼虫,明确指出其日龄为:"至少 9 或 10d,但大概不超过 12 d"。辩护人请来了昆虫学者试图予以反驳,最后也不能不同意上述结论。至于有 3 位证人宣称他们在推断的死亡日期以后,还见过活着的死者,更是不攻自破。

Simpson(1980)关于上述案件的简要描述说明,当提交昆虫学证据时,亦可能会遇到反驳。此时,丽蝇生物学方面的详尽知识十分有用,至关重要。此外,还应附带指出的是,警察根据肢体断碎状况所作的估计,与 Simpson 的判断严重不符,相差竟达 6~8 周(Simpson 1980)。

案例 8

1970 年 7 月 13、14 日,警察部门送来了 9 份采自芬兰中部 Ylöjärvi 森林的土壤样本,在那儿于 7 月 9 日发现一 17 岁女孩的腐烂尸体,部分盖有苔藓和腐烂的树枝。大多土样中只有非指示性昆虫,但头部之下的土样中包含有 187 头丽蝇幼虫,处于不同虫龄,加上 8 头粪金龟 *Geotrupes stercorosus* (Scriba)、阎甲 *Hister unicolor* L. 和 *H. striola* Sahlberg,以及 *Philonthus* 属隐翅甲。土壤并沾有脑腐败后流出的汁液。尸体骨盆之下的另一土样中包含有 91 头小蝇蛆,加上 3 头粪金龟 *G. stercorosus* 和 18 头 *Atheta* 属隐翅甲。此土样亦包含 17 头蝇蛹,其中 7 头是空壳。围蛹和若干幼虫被置于罐中饲养。

7 月 16~20 日 2 头肖腐蝇 *Muscina assimilis* (Fallén)和若干其他蝇科昆虫羽化,但无丽蝇。从头下土中得到的丽蝇幼虫,养在生肝上,在室外温度下,34 头新陆原伏蝇 *Protophormia*

terraenovae(Robineau-Desvoidy)自7月27日至8月4日羽化,3头亮绿蝇 *Lucilia illustris*(Meigen)自7月30日至8月3日羽化,7头反吐丽蝇 *Calliphora vomitoria*(L.)8月1日至3日羽化。

由于没有得到丽蝇围蛹,只找到成长幼虫,昆虫学证据指出尸体在发现的地方时间不超过1周。相反,根据肖腐蝇 *Muscina assimilis*(Fallén)蛹的存在,指出死亡要早些。但该种属于当地正常区系的可能性也是存在的。虽然昆虫学观察指出尸体暴露可供丽蝇产卵不超过1周,但脑子高度腐烂说明死亡超过1周。因此引发了这样的问题:杀害是否发生在别的很少蝇类活动的环境中,尸体是以后才转移到这里来的?后来得到报告,尸体被盖上相当厚的一层苔藓,仅头、1手、1乳房未盖上。起初大概盖得相当彻底,后来被狐狸、狗或其他食腐肉的脊椎动物撕开了。部分暴露可供丽蝇产卵大约在尸体发现前1周。

后来,死者兄弟供认,1970年6月4日他用Karate(一种日本式自卫武器)打击其颈部一侧,意外地使其姐姐死亡。并进一步承认,为掩盖事实,他将尸体运至森林中,将尸体的衣服、位置模拟成情杀,然后盖上苔藓和烂树枝。

此案显示,尸体覆盖可防止蝇类产卵。仔细检查尸体上覆盖物的类型、覆盖程度、有无破孔十分重要。同时,也可看出腐蝇属 *Muscina* 昆虫不直接接触尸体仍可产卵的特殊本领(Nuorteva 1977)。

案例9

1964年9月6日,在芬兰赫尔辛基某妇女寓所地板上发现了其尸体。通过旁边的窗口,太阳照在尸体上。死亡明显发生在1964年8月6日,因为报纸自这天起一直堆积着。经过约1个月,尸体已相当地腐烂了。解剖时发现心脏病发作是死亡原因。许许多多蛆虫爬在皮肤上、脸上孔口中。地板上亦有许多幼虫。

9月8日解剖时,从尸体表面收集了幼虫,移入低室温下的饲养盒中。大批幼虫此时已成长,爬行很快,9月18日全部成长。第1批成蝇于9月26~27日羽化,确认是红头丽蝇 *Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy(3雌1雄)和丝光绿蝇 *Lucilia sericata*(Meigen)(1雌1雄)。也即它们是在妇女死后52 d羽化的。后来,在9月29日至10月6日,红头丽蝇 *C. vicina* 3雌3雄以及丝光绿蝇 *L. sericata* 12雌3雄羽化。10月11日至11月7日,饲养盒置于室外,温度低于0℃。当盒子再处于室温下,在1965年1月2日至2月11日又有丝光绿蝇 *L. sericata* 4雌3雄羽化。

与饲养中第1批成蝇羽化同时,在解剖室内亦有羽化(丝光绿蝇 *L. sericata* 9月24日1雄,10月6日1雄;红头丽蝇 *C. vicina* 9月28日1雄,9月30日1雄,10月6日1雄,10月8日2雌1雄)。当解剖室内冰箱10月9日解冻时,红头丽蝇 *C. vicina* 8雌6雄羽化。很明显,这些成蝇是从尸体处理时爬入解剖室缝隙和冰箱中的幼虫发育而来。

此妇女尸体上带有丝光绿蝇 *L. sericata* 和红头丽蝇 *C. vicina* 成长幼虫指出了下列各点:

(1)此妇女死亡超过7~8 d,因为这些蝇类在尸体上产卵大约是在死后第2天,发育至成长幼虫在一般温度下需5~6 d,在暖和的气候下可短些(Green 1951, Kamal 1958, Campbell et al. 1960, Magy et al. 1962, Rohe et al. 1963, Rohe et al. 1964)。

(2)此尸体是在芬兰南部,因为丝光绿蝇 *L. sericata* 的分布在该国主要限于南部(Nuorte-

va 1958,1959,1961b;Nuorteva et al. 1964)。

(3)该尸体是在城市中或小岛屿上,因为在芬兰,丝光绿蝇 *L. sericata* 只发生在城市(Nuorteva 1959a,1961b,1963;Nuorteva et al. 1964)和小岛屿上(Nuorteva 1966c)。

(4)尸体曾暴露在太阳光下,因为丝光绿蝇 *L. sericata* 通常不在低于30℃的基质上产卵(Cragg 1956)。

所有这些结论与已知事实均相符合。尸体位于阳光下,这首先是由昆虫学方面发现指出,后为检查警官进一步证实。死亡超过7~8 d的结论是对的,但无价值,因发现时死亡已30 d。很明显,窗口关闭延迟了气味对丽蝇的吸引。假使当时警官曾在该寓所内寻找围蛹或成蝇,可得到比较精确的结论。因为蝇类在一般条件下完成发育约需3周,该寓所内当时大概存在有成蝇和围蛹,若能发现新羽化成蝇可使误差降至1周左右(Nuorteva et al. 1967)。

案例10

1965年8月25日,在芬兰南部Vasikkasaari岛上发现一男子25kg重严重烧毁的遗体。遗体软的部分肿起,但无明显腐败的样子。解剖显示死亡由心脏病引起,并导致火苗蔓延到汽油罐。此人生前于1965年8月16日被人最后见到,死亡明显地发生在此后不久,也即尸体烧焦大约已8~9 d。发现时,耳、眼和口中见到许多蝇蛆,幼虫长6~16 mm。

将幼虫饲养于较低室温下,第1批(3雌7雄)红头丽蝇 *Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy于9月14日,即该男子不见后约29 d羽化。在9月27日至10月2日间117头该虫(64雌53雄)也变成成虫。此外,3头夏厕蝇 *Fannia canicularis* L.在9月27日至10月2日间羽化。

尸体上采得红头丽蝇 *C. vicina* 幼虫于9月14日羽化,说明死于8月24日以前,因在芬兰南部条件下该蝇产卵、发育至成虫至少需21 d。

从取得成长幼虫来推算,死亡发生于8月18日以前,因产卵并发育至成长幼虫约需7~8 d(Green 1951,Kamal 1958)。

由于喜欢太阳的绿蝇属 *Lucilia* 没有在尸体上产卵,说明尸体是在隐蔽处,因为在芬兰南部8月中旬它们是十分活跃的(Nuorteva 1959a,b,c;1961b;1964)。

所有上述昆虫学结论与已知事实都相一致。此案中确定死亡时间比较精确,这是由于死亡至发现遗体之间的时间没有超过红头丽蝇 *C. vicina* 一代的发育历期(Nuorteva et al. 1967)。

案例11

1965年9月1日,在芬兰赫尔辛基市中心一公寓的床上发现一妇女的尸体。死亡显然是在8月10日,因为从这一天开始报纸没有动过。这是一起服用过量镇定剂的自杀案。尸体中等程度腐败,带绿色,皮肤松弛,内脏腐败。丽蝇幼虫自尸体各种孔口爬出。尸体经冷冻1 d后进行了解剖,此时收集了蝇蛆。饲养开始时,除2条小幼虫外,其余幼虫情况不佳。室温下饲养结果,于9月27日得到2头红头丽蝇 *Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy个体较小的成虫。

9月1日尸体上得到红头丽蝇 *C. vicina* 成长幼虫指出了下列事实：

(1)此妇女死亡在7~8 d以上，因为产卵大约在死亡第2天，卵发育至成长、爬离幼虫需5~6 d(Green 1951, Kamal 1958)。

(2)此尸体在遮阴处，因为喜阴的红头丽蝇 *C. vicina* 在上面产了卵，而绿蝇属 *Lucilia* 没有产卵(Nuorteva 1963)，虽然它们也是很活跃的(Nuorteva 1958; 1959a, b, c; 1961b; 1964)。

结论与已知事实相符。死亡超过7~8 d虽是对的，但无价值，因发现时已死亡20 d。假使活的成长幼虫饲养成功，或警方在妇人公寓中曾采集围蛹和成蝇，显然可以得到较精确的结果(Nuorteva et al. 1967)。

案例12

死者系36岁白人妇女，失踪后4 d，被缚裸尸发现于美国夏威夷州 Keehi Lagoon 区。

尸体检验显示处于腐败阶段的早期。昆虫活动集中于尸体头部和裸露的生殖器和肛门附近。尸体上找到了2科4种双翅目幼虫，其中丽蝇科3种，即大头金蝇 *Chrysomya megacephala* (Fabricius)、金蝇 *C. rufifacies* (Macquart)和铜绿蝇 *Lucilia cuprina* (Wiedemann)。此3种在瓦胡(Oahu)岛人尸上过去都有过报道。大头金蝇在尸体上时间最长，在头部发现的是3龄幼虫(11~12 mm长)，生殖器和肛门附近是2龄幼虫(4~6 mm长)。其他2种丽蝇在头部和体表，都是2龄幼虫。在死者口腔中找到了一种麻蝇的3龄幼虫(15 mm长)，但难以从幼虫明确鉴定种类。大概由于采集前尸体的冷藏，饲养未获成功。该幼虫很像棕尾别麻蝇 *Boettcherisca peregrina* (Robineau-Desvoidy)，此种常与瓦胡岛上腐败人尸有联系。

上述昆虫组合与瓦胡岛旱生植物生境尸体腐败研究记录的计算机比较结果，得出 PMI 为92~96 h，即接近4 d的结论。这一推断与死者生前最后被人见到的日期完全符合。

计算机的应用可以提高估计的精确性，并节约分析的时间(Goff et al. 1988)。

案例13

5月初，美国华盛顿州 Toledo 附近邻近农村公路的针叶林中发现一腐败的女尸。蝇蛆活动令人注目，左足上至大腿已可见到骨头，头、颈、胸高度腐败，腹部有大批蛆虫。自尸体采集的蛆虫鉴定为红头丽蝇 *Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy 成长幼虫，在最适条件下，该虫发育至此约需8~10 d，在凉爽、变温下可能延长1倍。红头丽蝇成虫飞翔活动的温度阈限低于大多数其他丽蝇，但仍需数小时温度高于10~15.6℃的晴好天气。尸体上有众多蛆虫，且龄别明显一致，显示死亡之后不久同时为许多雌蝇所产卵。尸体发现前1个月之内的4月1、2日，4月6~15日和4月30日~5月2日符合上述条件。其中，5月初显然嫌太近，蛆虫难以发育到此程度；4月初温度勉强达到丽蝇成虫活动的界限，但似乎难以有大批雌蝇产卵；4月中旬的天气最理想，特别是4月9日，当天气温达26.67℃。随后的调查证实了昆虫学者的分析(Lord 1990)。

案例14

6月4日，在美国西北部乡村公路边发现1具穿有部分衣着的年轻女尸，检查判明为头、颈多处被利器砍伤致死。死者兄弟报告其失踪约已4 d。生前最后一次被人们见到是5

月31日上午，在一陆军中士的公司里，和中士在一起。根据体躯外表和不同器官的变化程度，提出了死后间隔时间的几种估计，但都缺乏确切的依据。从伤口及其周围收集了许多蝇蛆和成虫，一些供饲养，一些作保存。尸体解剖中以同样方法进一步收集蝇类标本。对现场及尸体拍摄了大量照片，包括最初发现时蝇蛆和成虫的放大照片。最高、最低温度，雨量，云量，风向，风速以及相对湿度等则从近距离内的气象站获得。根据这一切，昆虫学者判定第1头蝇类于5月31日到达尸体，死后间隔时间为4 d。审讯结果，中士承认是他于5月31日中午用小斧头杀害了她(Lord 1990)。

案例15

11月，在美国华盛顿特区郊外一林区离公路约15 m处，路过的摩托车驾驶者发现1具穿有部分衣着的黑人女青年的尸体。死者胸部和颈部多处被刺伤。在尸体检验时，若干大型蝇蛆爬离尸体，以后又有若干蝇蛆自颈部伤口和衣服中爬出。

后来查明，死者21岁，与其婴儿及双亲居住于郊区公寓里。于发现尸体前18天，其父母报告了她的失踪。最后一次见到活着的她是10月26日清晨，在主要嫌疑对象的公寓里，该男子有性罪过和暴行史，刚出狱不久。

尸体发现前18天的清晨，有人听到公寓附近有妇女尖叫声，并见到1对男女争斗。在嫌疑对象公寓内的床上找到了死者的毛、发，死者的1只鞋子在相距不远的、僻静的小树林地里被发现。从嫌疑对象的汽车里取得的血样和头发同样属于死者。汽车地毯上死者衣服脱落纤维的化验结果，亦说明她曾搭乘该车或被运送过。

法医和案件调查者，根据尸体外表和不同器官的变化程度，提出了2~8 d，相互冲突的死后间隔时间估计。

尸体上发现的最大蝇蛆是红头丽蝇 *Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy 3龄和老熟幼虫，1头已化蛹。由于当时日平均气温低，死后间隔时间估计为15 d。

最后查明，就是这名嫌疑对象于女尸发现前18 d的清晨杀害了她，并用一些杂物掩盖藏于附近小树林地里。3 d后，也是清晨转移至后来被发现的地点。用来隐藏尸体的杂物妨碍了死后若干天蝇类的产卵，影响了死后间隔时间估计。但15 d的提出，仍然是有根据的，从昆虫学来说是正确的，无非需要考虑某些特殊情况而已(Lord 1990)。

案例16

12月第2周，在美国印第安纳州南部某桥下，发现1具半裸的白人男子尸体。尸体腐败不严重，脸左侧为啮齿类所食，口腔等处找到了一些反吐丽蝇 *Calliphora vomitoria*(L.)幼虫。从外表看，尸体暴露时间不长，但从反吐丽蝇幼虫生长发育分析及与气候数据比较结果来看，蝇蛆达到发现时的大小和虫龄至少要48 d。最后查明，死者跑离精神病院是在尸体发现前54天，他死于10月间夜晚的低温(-4.4℃)(Lord 1990)。

案例17

初夏，在美国东北部某乡村道路终点发现一白人青年妇女尸体，头部左侧为猎枪所击中。在现场调查中，调查人员收集了侵扰伤口的丽蝇成虫和蛆虫标本，后被鉴定为伏蝇

Phormia regina(Meigen)成虫和成长幼虫。根据气候条件、生境特点及现场照片,昆虫学者估计死后间隔时间为 5 d,死后不久即置于此处。

死者男友被列为主要嫌疑对象,正要逮捕时,发现他自缢身亡于汽车游客旅馆。自杀记录上表明是他杀害了女友,时间就在尸体发现前 5 天,地点就在尸体被发现的道路尽头(Lord 1990)。

案例 18

8 月 26 日,一 37 岁黑人男子尸体在美国夏威夷州瓦胡岛离海约 1.6 km 的沼泽里被发现,所处位置略高出海平面。死者穿蓝工装裤和 T 恤衫,右额骨有一枪击伤口。

尸体已相当腐败。头部除两侧外大部分已无肌肤,两耳则相对完整。颈部大部分已无肌肤,脊椎骨清晰可见。腹股沟大部腐烂,有许多蛆虫。尸体解剖中未见幼虫穿透腹腔。尸体上共有 2 种丽蝇幼虫:胸部、腹股沟和脚上的大头金蝇 *Chrysomya megacephala* (Fabricius)是 3 龄幼虫,胸部的金蝇 *Chrysomya rufifacies* (Macquart)是 2 龄和 3 龄幼虫。2 种均未进入预蛹阶段。

根据气象资料分析,死后间隔时间至少约为 117 h。这与后来调查揭示,死者最后被人见到是在 8 月 21 日 18 时许是一致的(Lord 1990)。

案例 19

8 月 31 日 10 时,在美国离 Seatac 机场约 1.6 km 的路边沟渠中,发现一 16 岁、全裸的白人女孩尸体。死者脸朝下,彻底暴露在阳光下,到臀部为止,下半身则被装在一黑色塑料垃圾袋中。在口、鼻、阴道开口处均有蛆虫,取样饲养后,最后鉴定结果为亮绿蝇 *Lucilia illustris* (Meigen)和伏蝇 *Phormia regina*(Meigen)。在口腔、鼻孔中均发现有丽蝇卵,次日孵化。经详尽分析,昆虫学者下结论说,死后间隔时间为 2.5 ~ 3 d。环境温度高(22.77 ~ 33.33℃),一直暴露在阳光下,下半身在黑色塑料袋内,使得丽蝇生长发育更快。随后的调查证实,被害人死于 8 月 28 日夜(Lord 1990)。

案例 20

7 月 4 日,在美国华盛顿州针叶林内发现一白人男子尸体。死者只穿 T 恤衫、工装裤和短袜,头部分地在林中空旷地边缘一小灌木之下。在躯干上半部、颈及头部有许多蝇蛆,数量最多的是伏蝇 *Phormia regina*(Meigen)3 龄幼虫。此种在夏季腐肉上是主要的昆虫,特别在遮阴生境中,成虫常最先到达尸体,雌蝇在 15 min 内即可出现。第 2 种属小粪蝇科 Sphaeroceridae,大概是 *Copromyza* sp.,它们的出现表明尸体开始肿胀。第 3 种是齿股蝇 *Hydrotea* sp.,其幼虫取食其他蝇类幼虫。参考气象资料和生境特点,估计死后间隔时间为 3 ~ 4 d。在头内部和颈部大量蛆虫的存在以及高度腐败,显示死前可能头部先受外伤。随后的调查证实了上述两方面的估计(Lord 1990)。

案例 21

N. H. Haskell 等在提交第 20 届国际昆虫学大会的论文中提到,1994 年 8 月 8 日下午在

美国俄克拉何马州一高速公路旁的寓所里,一堆家具下发现了正处于肿胀期的男性尸体。死者生前最后一次被人们见到,是他和其妻子8月4日午夜离开一夜总会的时候。当时,他们之间发生了一场激烈的争吵。在审问中,其妻子说她最后一次看到他丈夫是在8月6日晚上,当时他和她的一个朋友一块出去。在现场及尸体解剖时收集到的昆虫证据中,有2种丽蝇及其幼虫。最大的幼虫是3龄次生锥蝇 *Cochliomyia macellaria* (F.)及伏蝇 *Phormia regina* (Meigen)。在当时约30℃的天气条件下,尸体经过了阳光曝晒(下午及傍晚前不遮阴),估计蝇类最初在尸体上产卵的时间不迟于8月5日上午的中期。检查官的昆虫学证据表明其妻子在撒谎,被告被指控为凶手。此时被告要求听取昆虫学证据,当有力的证据列出后,死者妻子请求宽恕,并接受了25年的徒刑(Haskell et al.　1996)。

案例22

1947年5月21日,比利时警察在一农庄火炉后发现一小孩尸体。尸体穿着亚麻布衣服,发现时有许多红头丽蝇 *Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy末龄幼虫,此外,还有产卵后死亡的雌性红头丽蝇,和新羽化的蛹以及若干蚤蝇蛹。丽蝇幼虫取食了小孩的脸,眼和皮肤不见了,它们并穿进前窦,吃光了脑,颈、双臂上部以及内脏也严重被食。

所有丽蝇幼虫在5月21~22日傍晚化了蛹,成蝇于6月2日开始羽化。

J. Leclercq & M. Leclercq(1948)早先曾饲养过许多红头丽蝇,能够精确指出在春天略加温的室内(温度不超过20℃),在多脂干酪上良好的营养条件下,一批丽蝇卵自产下至第1头蛹出现历时19~20 d。

由于本案:① 发生在春季;② 尸体放在有时生火的火炉后面,温度条件类似略加温的室内,1947年5月又相对较暖和;③ 红头丽蝇全年常见,存在于农村室内,以成虫越冬;④ 雌蝇会很快察觉开始腐败的肉的气味,在暴露的尸体上产卵。有根据很快形成了以下推测,即:卵产于5月21日前约20 d,大概在5月1日左右;尸体是于4月最后1周被杀害后不久,放置在那里的。犯罪嫌疑人被逮捕,他的招供完全证实了上述推断(Leclercq　1969)。

案例23

1969年6月20~21日夜间,Kathleen McClung在Guildford被谋杀。6月24日Keith Mant医生做了死后检查,2 d后,A.M.Easton博士从医生处得到2管蛆虫。第1管采自口腔,它们小,已死,鉴定困难。第2管包含很多活蛆虫,从死者头旁聚乙烯袋中获得。它们是2龄幼虫,从形态来鉴定也存有疑问。若干养在生牛肉上,在7月4~8日得到8只围蛹。所有蛹于7月18~23日羽化,证实是红头丽蝇 *Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy。从化蛹日期来推断,产卵是在6月21~24日。这与已知事实十分接近(Easton et al.　1970)。

案例24

1973年7月8日,在芬兰赫尔辛基Oulunkylä郊区某公园角落发现一男人的腐烂尸体。尸体被一些树枝掩盖,但胸部和1只手露出。这些部位的皮肤黑而干,上千大蝇蛆爬满尸体。此外,在尸体头部之下土壤中发现许多围蛹。2树枝、许多蝇蛆和1围蛹还有土样被送至Nuorteva处供检查用。其中一树枝采自欧洲花楸 *Sorbus aucuparia* L.,其上的干叶子长

10～12 cm。成长的欧洲花楸树叶长度为 10～16 cm。凑巧的是，手头有赫尔辛基 1949 年欧洲花楸叶子生长的文献记载（Nuorteva 1952）。根据资料，5 月 20 日叶子的平均长度为 8.4 cm，过后不久充分成长。因此，可以推断用来掩盖尸体的欧洲花楸树枝取自 5 月底或 6 月初。

在一欧洲花楸叶片上有一些蛾类幼虫，它们将小叶缀在一起。经赫尔辛基大学动物博物馆 J. Kaisila 博士鉴定，这些虫子是巢蛾 *Hyponomenta malinellus* L.。动物生理系的 Junnikkala 博士进一步提供信息说，该幼虫缀叶是在 5 月下旬或 6 月初。也即这些材料亦支持以叶片生长为基础的上述推测。

从土样中得到了一些完好无损的白色预蛹。它们被置于室外 Nuorteva 型饲养罐（Nuorteva et al. 1967）中，相当于尸体发现处的微气候条件下。自 7 月 12～22 日，93 头新陆原伏蝇 *Protophormia terraenovae*（Robineau-Desvoidy）羽化。从白色预蛹至成蝇计 14 d（7 月 8 日至 22 日），最早的 7 月 12 日羽化，化蛹应在 6 月 28 日。一般自产卵至羽化，围蛹期占一半左右，故可估计产卵在 6 月 15 日左右。惟气象记录显示幼虫期间气温低（平均 16.8℃），而蛹期相当暖和（平均 19.4℃）（图 11－1）。据此下结论说，蝇在尸体上发育远早于 6 月 15 日，很可能是 6 月初。警方独立的另外调查显示，死者被杀于 6 月 2 日。这说明昆虫学者的结论是正确的。

此案具有启发性的是，它显示通过室外仅仅饲养预蛹和蛹来计算蝇类整个发育历期也是可能的。若根据该种的实验室发育历期（Berndt et al. 1971，Kamel 1958）来作估计，误差将大些（Nuorteva 1977）。

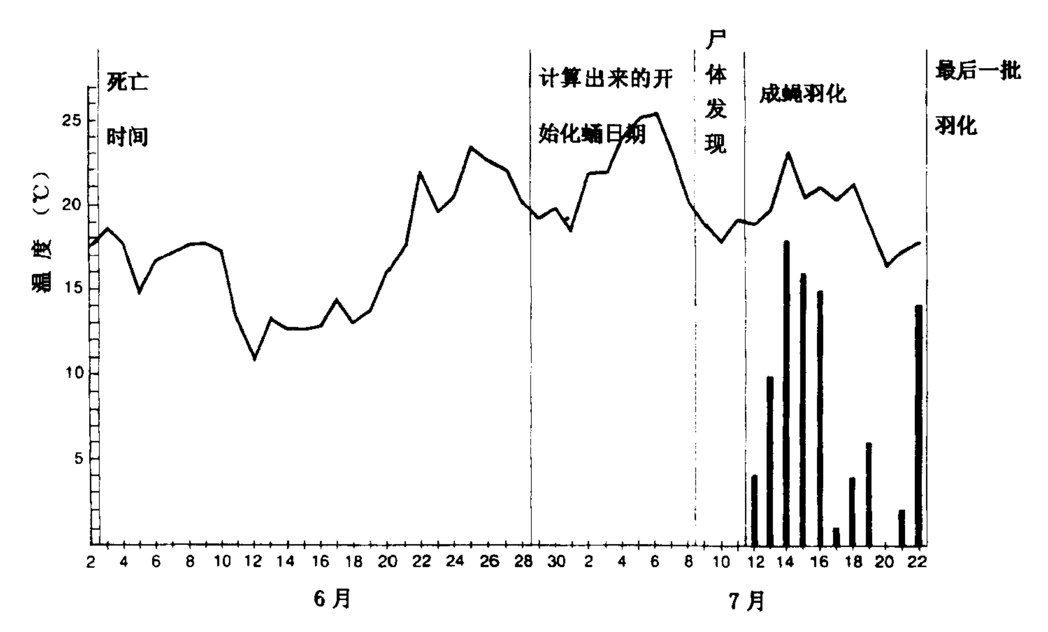


图 11－1　案例 24 中的环境温度和新陆原伏蝇 *Protophormia terraenovae*（Robineau-Desvoidy）的羽化　（仿 Nuorteva 1977）

案例 25

1971 年 8 月 19 日，警方送来了蝇类标本，采自芬兰南部离 Bromarv 不远，在 Inkoo 的一坑中发现的、年轻女子严重腐烂的尸体。样本包括若干成长的丽蝇幼虫，21 只围蛹和 1 头新羽化、双翅尚未完全展开的成蝇。鉴定结果，成虫是新陆原伏蝇 *Protophormia terraenovae* (Robineau-Desvoidy)。通过饲养，幼虫和蛹亦均系该种。

凑巧，自 1971 年 7 月 4 日开始，一室外调查丽蝇在不同类型地点发育历期的试验正在进行。其中蝇类在与 Inkoo 女尸上蝇类非常相似的气象条件下发育。7 月 7 日至 8 月 8 日平均温度为 16.6℃，各蝇种最短发育历期如下：

林绿蝇 *Lucilia silvarum* (Meigen)　28 d
亮绿蝇 *Lucilia illustris* (Meigen)　32 d
肖腐蝇 *Muscina assimilis* (Fallen)　32 d
密毛绿蝇 *Lucilia richardsi* Collin　38 d
尸蓝蝇 *Cynomya mortuorum* (L.)　38 d
红头丽蝇 *Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy [= *C. erythrocephala* (Meigen)]38 d

上述记录并不包括新陆原伏蝇 *Protophormia terraenovae*。但根据 Kamal(1958)，其发育最短历期是红头丽蝇 *C. vicina* Robineau-Desvoidy 的 71%。也即在上述气象条件下新陆原伏蝇 *Protophormia terraenovae* 应是 26～27 d，或许长一点，因为尸体躺在坑中，被遮阴。因此，估计死亡发生在 1 个多月以前。后来证明这一估计是基本正确的，女孩被害具体日期是 1971 年 7 月 12 日。

此案中，由围蛹饲养所得成蝇在 Erkki Häsänen 博士合作下，通过活化分析测定了汞(Hg)含量。成蝇中汞含量仅为 0.12～0.15 g/10^6g 鲜重，说明此蝇是在未受污染的生物材料上发育的。丽蝇在汞含量超过通常自然水平的基质上发育(阈值是 0.2 g/10^6g 鲜重，Nuorteva et al. 1972)，汞将积累至相当高的水平。因而下结论说，该遇害女孩未生活于汞污染地区。后来查明，她是一名学生，生活于 Turku 城，那里并非汞污染区(Nuorteva 1971)。

本案除了死亡时间推断可供参考之外，亦显示尸体上蝇类汞含量分析可用于法医学实践(Nuorteva 1977)。

案例 26

1972 年 8 月，在芬兰赫尔辛基郊区发生了多起颇为复杂的凶杀案。在这一系列罪行的清查中，警察在室外垃圾箱中的塑料袋内发现 1 件沾有血污的衬衫。在警察到达现场之前约 2 h，某男子将装在袋中的衬衫从附近房子(那里发生了一起凶杀案)甩到了垃圾箱内。在衬衫中发现许多蝇蛆和一些新化的围蛹。衬衫是湿的，发出腐败的血腥味。警察需要知道谋杀发生的时间，也要了解此衬衫与垃圾箱附近房子内的谋杀案件有关，还是与早些时候另一地方的另一起案件有关。

在该房屋内曾经寻找过成长幼虫和围蛹，特别是在厨房里，在那里谋杀后装有血污衬衫的塑料袋曾经放置过，但未找到。在另一间屋子里，亦没有发现在大量干血上有蝇蛆取食。

带有蝇蛆的血污衬衫放在 Nuorteva et al.(1967)描述的那种饲养盒中，在约 16℃的冷屋内培养。试验环境明显地与案发现场相似。每日登记成虫羽化数，结果如图 11－2。一共

有 104 头，计 4 个种羽化。厩腐蝇 *Muscina stabulans*（Fallén）有 2 个彼此分开的羽化时期，而其他 3 种各只有一段时间有成虫羽化。

有证据说明，血污衬衫在垃圾箱中能被蝇类接近，就发生在警察发现该衬衫前不久。衬衫上的蝇卵和小幼虫，明显地是该时间段产卵的结果。但衬衫上也包含有大一些的蝇蛆，说明在谋杀现场的房屋内也曾产过卵。

显然，图 11－2 中厩腐蝇 *M. stabulans*（Fallén）的后一羽化期是 8 月 24 日在垃圾箱内产卵的结果。后 1 批中第 1 头于 9 月 21 日羽化，发育历期是 28 d。第 1 批中的第 1 头于 9 月 8 日羽化，根据上述 28 d 来计算，产卵应在 8 月 11 日。这与后来警方查明的刺杀日期相符。正确结论来自厩腐蝇 *M. stabulans* 明显分开的 2 个羽化时期。这种事例颇为少见（Nuorteva 1974）。

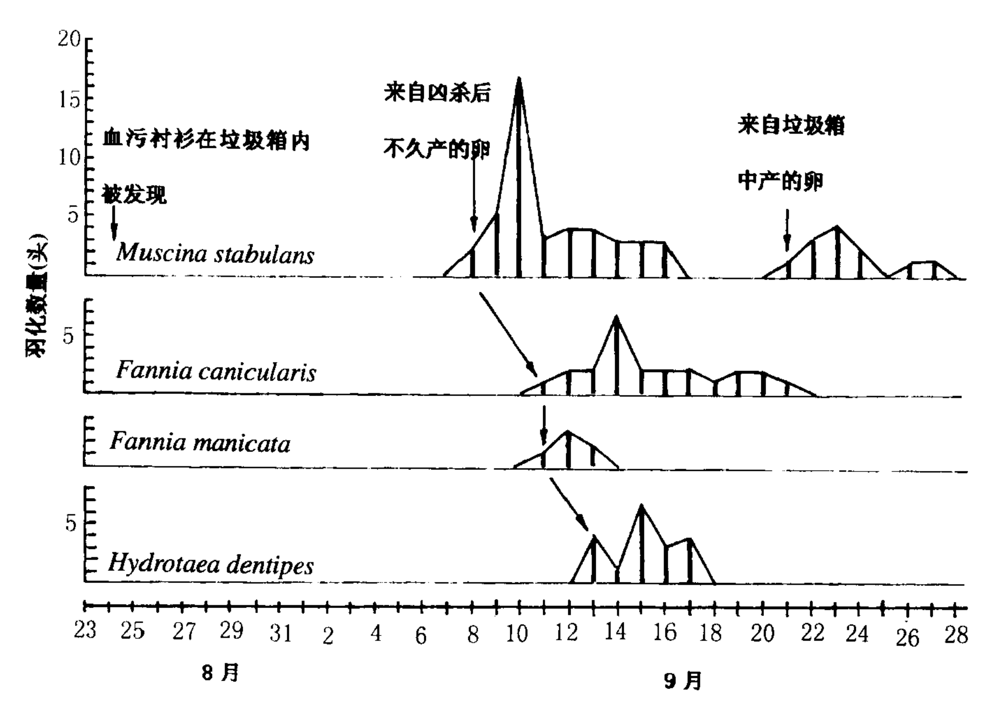


图 11－2　案例 26 蝇类饲养中血污衬衫上每日羽化头数　（仿 Nuorteva　1974）

案例 27

1985 年 11 月 8 日，在美国南卡罗来纳州 Denmark 郊区一所房子下面，发现了 1 具部分被肢解、已高度腐烂的青年黑人女尸。调查人员是因为附近居民抱怨有令人厌恶的气味从屋后发出，而被召集到现场的。注意到尸体上有蝇蛆，调查人员召请昆虫学者到现场提供帮助。11 月 12 日由昆虫学者指导，在案发现场周围土壤中收集到了 142 只 3 龄蝇蛆和蛹。标本送至 Clemson 昆虫实验室，饲养于 21℃恒温培养箱中。标本经专家鉴定为红头丽蝇 *Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy 和裸芒综蝇 *Synthesiomyia nudiseta* van der Wulp（与家蝇 *Musca domestica* L. 相似，开始以为是家蝇）的混合群体。气象资料从最接近的气象站获得。这 2 种

蝇类在一定温度下的发育历期从已知文献中摘取。所饲养的这2种蝇类分别于11月18日和22日开始羽化(表11-1)。根据饲养结果及文献资料对该尸体的PMI作如下推测。

本案中裸芒综蝇发育处于平均温度19.7℃的条件下,与20℃接近,故选用540日度的积温(表11-2)进行推测。查表11-1可知在10月25日达到此值,即在成虫羽化前28天,也就是说10月25日裸芒综蝇开始在尸体上发育,考虑产卵所需的时间因素在内,故推测PMI为14或15 d。

在此案中,对头红头丽蝇来说发育平均温度是19.4℃。Greenberg(1991)报道,该蝇在19℃下发育历期为24.3 d,积温461.7日度。取此值进行推测,查表11-1,亦正在10月25日,也证明PMI是14或15 d。后经侦破,凶手供认于10月24日下午开枪杀害了被害人(Lord et al. 1992)。

表11-1 案例27中2种蝇类的饲养结果及倒计积温 (Lord et al. 1992)

日期	温度(℃)		倒计积温(日度)		备注
	空气	土壤	裸芒综蝇	红头丽蝇	
11-22	21.10				裸芒综蝇羽化
11-21	21.10		21.10		
11-20	21.10		42.20		
11-19	21.10		63.30		
11-18	21.10		84.40		红头丽蝇羽化
11-17	21.10		105.50	21.10	
11-16	21.10		126.60	42.20	
11-15	21.10		147.70	63.30	
11-14	21.10		168.80	84.40	
11-13	21.10		189.90	105.50	
11-12		19.70	209.60	125.20	收集蛆虫标本
11-11		18.35	227.95	143.55	
11-10		17.50	245.45	161.05	
11-09		15.25	260.70	176.30	
11-08		16.10	276.80	192.40	发现尸体
11-07		16.10	292.90	208.50	
11-06		16.40	309.30	224.90	
11-05		15.55	324.85	240.45	
11-04		19.50	344.35	259.95	
11-03		18.90	363.25	278.85	
11-02		20.25	383.50	299.10	

续表 11-1

日期	温度(℃)		倒计积温(日度)		备注
	空气	土壤	裸芒综蝇	红头丽蝇	
11-01		20.55	404.05	319.65	
10-31		17.75	421.80	337.40	
10-30		19.45	441.25	356.85	
10-29		20.55	461.80	377.40	
10-28		20.30	482.10	397.70	
10-27		22.80	504.90	420.50	
10-26		23.35	528.25	443.85	
10-25		23.35	551.60	467.20	2种蝇类产卵
10-24		18.95	570.55	486.15	死者最后被人见到

表 11-2 裸芒综蝇 *Synthesiomyia nudiseta* van der Wulp 的发育历期和积温 (Lord et al. 1992)

虫态	发育历期(d)	
	20℃	28℃
卵	2.0	1.0
幼虫	10.1	8.6
蛹	14.9	8.2
合计	27.0	17.8
积温(日度)	540	498.4

案例 28

7月中旬,美国印第安那州中西部高速公路边发现一尸体,衣着完整,但除极少量软组织外,只留下了骨骼,说明时日已相当长久。从穿有汗衫、绒布衬衫、卫生衫、茄克衫以及2条长裤看,死于比较冷的天气,可能是4月或更早。根据尸体解剖,认为自然死亡,但需证实。

依据外表,此人已死2~3个月或更长。失踪人员档案调查应自3月15日开始,至5月15日止,这样就必须耗费相当多的精力、时间和财力。

昆虫学和气象学方面初步分析认为,死亡时间要近得多。依据活的伏蝇 *Phormia regina* (Meigen)蛹的存在,说明死亡不超过35 d。在详尽分析之后,法医昆虫学者很有理由地相信死亡发生在尸体发现之前约30 d。最后查明,尸体发现前31 d,该人曾被最后见到在附近要求免费搭车(Lord 1990)。

案例 29

一名 48 岁妇女早先被报告失踪，后来她的尸体在美国夏威夷州火奴鲁鲁郊外主要工业区灌丛地带的排水沟渠中被发现。尸体穿黑裙子，仰天横躺在沟渠上，渠中部分有水。尸体已相当腐败，颅骨上失去大部分软组织，下颌骨脱开，但还毗连着。左手失去腕关节以下部分，右手则完整、干化。身躯下侧部分浸水，处于高度腐败阶段；上侧暴露空气中，干燥，部分干化。双足失水，像右手、右臂一样。肋骨暴露，附有一些干的皮肤。

在陈尸所的进一步检查显示尸体已大部白骨化，无内脏，只有部分皮革样皮肤覆盖在颈、脸和下肢上。除了舌骨破裂外，未见外伤痕迹。左手估计是死后为脊椎动物所食。根据舌骨破裂，被认为是用手勒死的。

在尸体解剖时收集了昆虫。从近浸水部分采得丽蝇科和麻蝇科幼虫。丽蝇幼虫被鉴定为大头金蝇 *Chrysomya megacephala*（Fabricius），并为嗣后在夏威夷大学法医昆虫学实验室部分标本饲养至成蝇所证实。麻蝇幼虫的饲养未获成功，故未定名。惟所采幼虫与粪麻蝇 *Bercaea haemorrhoidalis*（Fallen）和棕尾别麻蝇 *Boettcherisca peregrina*（Robineau-Desvoidy）很相似，此 2 种在夏威夷群岛常出现于暴露尸体上（Goff et al. 1986）。

尸体较干燥部分昆虫种类较多。它们是：① 酪蝇科 Piophilidae 的酪蝇 *Piophila casei*（Linnaeus）幼虫；② 丽蝇科 Calliphoridae 的铜绿蝇 *Lucilia cuprina*（Wiedemann）3 龄幼虫；③ 丽蝇科的 *Chrysomya rufifacies*（Macquart）空蛹壳（粘在暴露的肋骨上）；④ 皮蠹科 Dermestidae 的白腹皮蠹 *Dermestes maculatus*（DeGeer）成虫（尸体外表），低龄和高龄幼虫（体腔内）；⑤ 郭公甲科 Cleridae 的赤足郭公甲 *Necrobia rufipes* DeGeer 成虫（在尸体干燥部分的外表）。

第 2 天，在发现尸体的地方，从土壤和落叶中通过 Berlese/Tullgren 漏斗，又采得大头金蝇 *C. megacephala* 幼虫、铜绿蝇 *L. cuprina* 幼虫、白腹皮蠹 *D. maculatus* 和赤足郭公甲 *N. rufipes* 成虫。在附近水沟中见到大头金蝇 *C. megacephala* 幼虫。

将昆虫学材料输入电子计算机，与相似生境中 2 项腐败研究结果相比较，得出死后间隔时间为 19 ~ 20 d。这一估计与尸体发现前 20 d 的夜间死者最后被人见到完全吻合，也与后来法庭调查中证人的证言，以及犯罪嫌疑人的口供等完全相符。

此死后间隔时间估计主要是根据 *C. rufifacies* 和白腹皮蠹 *D. maculatus*。这 2 种通过它们被采到的发育阶段显示了在尸体上居留时间最长。在瓦胡岛的温度条件下，*C. rufifacies* 自卵至成虫，根据早些时候的研究结果，是 10 ~ 12 d。此种是最早到达尸体的蝇类之一，产卵在死后开始 4 ~ 5 d。如今只存在经过风吹雨打的空蛹壳，说明至少已历经 16 ~ 17 d。皮蠹科甲虫在相似生境下出现在尸体上是在死后第 6 ~ 8 天，高龄白腹皮蠹 *D. maculatus* 幼虫在体腔中发现与 19 ~ 20 d 的估计相一致。近尸体土壤中铜绿蝇 *L. cuprina* 蛹的存在，尸体较干燥的暴露部分赤足郭公甲 *N. rufipes* 成虫和铜绿蝇 *L. cuprina* 3 龄幼虫的出现亦都与此估计相符合。

起初，由于存在大头金蝇 *C. megacephala* 幼虫和麻蝇科幼虫令人疑惑不解。因为这些种类的幼虫在瓦胡岛低地进行的研究中，在腐烂期之后不再见到。铜绿蝇 *L. cuprina* 也有类似情况，虽然此种偶然在干燥阶段早期亦可见到幼虫。后来，在雨林区进行的研究中，尸体基本上连续潮湿，与本案腐败程度相当的阶段亦见到了它们的幼虫。对麻蝇和丽蝇利用尸体来说，最主要的限制因子是水分，尸体部分浸入水中使得适合成蝇产卵的期限比通常的

低地区延长了(Goff et al. 1986)。

案例 30

1987 年 8 月 16 日,美国南卡罗来纳州 Aiken 县验尸官要求通过昆虫学方法帮助判断死后间隔时间。该尸体发现于 Aiken 县的某林区,业已白骨化,骨架散落在灌木林中。尸体上主要是黑水虻 *Hermetia illucens*(L.)幼虫,未见围蛹。活标本送该州 Clemson 的实验室进行饲养,9 月 17 日第 1 头成虫羽化。

从附近气象站取得温湿度记录,有关总平均温度为 21.7℃。根据这一平均温度,成虫产卵大约在羽化前 52 d。由于在死后约 20 ~ 30 d 前尸体不吸引黑水虻成虫产卵,故估计死于 1987 年 6 月下旬至 7 月初。

根据尸体检验,最后查明死者系 56 岁妇女,于 1987 年 7 月初自一慈善机构出走。她是糖尿病患者,离开药物存活不能超过 3 d。推测在森林中迷了路,死于 7 月 5 日或在此前后。验尸官最后裁定她死于意外(Lord et al. 1994)。

案例 31

在美国夏威夷瓦胡岛 Jackass Ginger 区离公路不远处发现一男性尸体。尸体通过颈部悬挂在树上,推测是缢吊自杀。从尸体及衣服上发现的鞘翅目 Coleoptera 昆虫计 5 科,它们是:郭公甲科 Cleridae 的赤足郭公甲 *Necrobia rufipes*(DeGeer)成虫、皮蠹科 Dermestidae 的白腹皮蠹 *Dermestes maculatus* DeGeer 幼虫、阎甲科 Histeridae 幼虫、水龟虫科 Hydrophilidae 的 *Dactylosternum hydrophiloides* 成虫以及隐翅甲科 Staphylinidae 的 *Creophilus maxillosus* L. 和 *Thyreocephalus albertisi* Fauvel 成虫。还有革翅目 Dermaptera 姬螋科 Labiidae 的 *Sphingolabis hawaiiensis*(Bormans)成虫和若虫,以及鳞翅目 Lepidoptera 夜蛾科 Noctuidae 的幼虫。亦存在双翅目 Diptera 昆虫,计 4 科,它们是:丽蝇科 Calliphoridae 的大头金蝇 *Chrysomya megacephala*(Fabricius)和 *Chrysomya rufifacies*(Macquart)空蛹壳、酪蝇科 Piophilidae 的酪蝇 *Piophila casei*(L.)幼虫、麻蝇科 Sarcophagidae 3 龄幼虫,以及水虻科 Stratiomyidae 的黑水虻 *Hermetia illucens*(L.)幼虫(长 20 ~ 32 mm)。

此案中,死后间隔时间估计主要依据从尸体上得到的黑水虻幼虫。现场所采得的标本由于立即放入了保存液,故无法作饲养研究。黑水虻幼虫充分成长(长 32 mm)在 27.8℃下约需 31 d(May 1961)。本案中,现场有关时间段平均温度为 23℃,从而估计需时 37 d。加上黑水虻成虫产卵于死亡 20 ~ 30 d 后的尸体上,故认为死后间隔时间为 57 ~ 67 d。这一估计与本案中各种事实均相符合(Lord et al. 1994)。

案例 32

在美国夏威夷瓦胡岛 Waipio 的波萝地里发现一男性尸体,尸体处于腐败后期至干骸期之间。遗骸上找到了 4 科鞘翅目昆虫,它们是:郭公甲科 Cleridae 的赤颈郭公甲 *Necrobia ruficollis*(F.)和赤足郭公甲 *Necrobia rufipes*(DeGeer)成虫、皮蠹科 Dermestidae 的白腹皮蠹 *Dermestes maculatus* DeGeer 成虫和幼虫、阎甲科 Histeridae 的 *Atholus rothkirchi* Bickhardt 和 *Saprinus lugens* Erichson 成虫、隐翅甲科 Staphylinidae 的大隐翅甲 *Creophilus maxillosus* L. 成虫和幼虫,

以及 *Philonthus discoides*(Gravenhorst), *Philonthus longicornis* Stephens 和 *Thyreocephalus albertisi* Fauvel 成虫。从尸体上和尸体下土中采得6科双翅目昆虫,它们是:丽蝇科 Calliphoridae 的 *Chrysomya rufifacies*(Macquart)空蛹壳、斑蝇科 Otitidae 长 12~13 mm 的3龄幼虫、酪蝇科 Piophilidae 的酪蝇 *Piophila casei*(L.)幼虫、毛蠓科 Psychodidae 的 *Psychoda* 属(大概是 *pseudoalternata* Williams)幼虫、麻蝇科 Sarcophagidae 长 15~16 mm 的3龄幼虫以及水虻科 Stratiomyidae 的黑水虻 *Hermetia illucens*(L.)幼虫(长 10~14 mm)。蟋蟀科 Gryllidae 的 *Teleogryllus oceanicus*(Le Guilleu)成虫亦存在于尸体上和尸体下土中。土样中并有蛛形纲伪蝎目 Pseudoscorpionida、蜱螨目革螨亚目 Gamasida 以及多足纲综合目 Symphyla 的标本。

此案死后间隔时间估计是 34~36 d,既与死者最后一次被人见到是在尸体发现前37天相符合,亦与采得标本相一致。这一估计是根据采得的节肢动物标本与瓦胡岛上类似地区所进行的腐败研究结果相比较而做出的。*Chrysomya rufifacies* 只存在空蛹壳说明至少已历经 17 d。隐翅甲 *Philonthus longicornis* 成虫、幼虫同时存在是在第 15~33 天,如今只存在成虫,说明历时已长于 33 d。酪蝇 *Piophila casei* 幼虫 37d 左右要离开尸体化蛹,所采得幼虫的大小正与腐败研究中 33~36 d 的一致。采到的斑蝇科幼虫,在腐败研究中最迟于 37 d 仍可采得。黑水虻幼虫长 10~14 mm,也与 34~36 d 的估计相符合。黑水虻自卵至 10~14 mm 长需要 436.6 累计日度(ADD),根据位于 Wailaua 的气象站资料,发育至此程度需要 16 d。加上至少要经 20 d 才能吸引该虻成虫前来产卵,刚好是 36d 天。此外,皮蠹科成虫、幼虫同时存在,郭公甲科2种成虫存在都与上述估计相一致(Lord et al. 1994)。

案例 33

1994年10月24日傍晚,在美国夏威夷瓦胡岛 Olomana 山附近路旁一金属工具箱中发现1具男性遗骸。10月25日上午 8:53 打开 108 cm×42 cm×38 cm 大小的该箱子,其中包含有骨骼、白塑料袋、水泥片、烂泥及昆虫。头发成束粘在箱子内侧靠近盖子处。遗骸穿着褪色的、粉红色短袖衬衫,内裤和牛仔裤。脚穿短袜和靴子,短袜暴露部分已成碎片。手表等还随伴着尸体,软组织已完全不复存在。

10月25日上午检查时,遗骸已经过约 15 h 的冷藏。从遗骸和衣着上找到黑水虻 *Hermetia illucens*(L.)(水虻科 Stratiomyidae)和大头金蝇 *Chrysomya megacephala* (Fabricius)(丽蝇科 Calliphoridae)的空蛹壳。长角捷蚁 *Anoplolepis longipes*(Jerdon)(蚁科 Formicidae)以成虫、幼虫和蛹出现。其蛹附着于骨骼上,出现在脑壳内侧;成虫在遗骸上爬行。在衣着上和工具箱内侧见到蜚蠊的空卵鞘,但未见成虫和若虫;亦见到了嗡蜣螂 *Onthophagus incensus* Say(金龟甲科 Scarabaeidae)的成虫。在工具箱底土中有革翅目姬螋科 Labiidae 的 *Euborellia annulipes*(Lucas)成虫和若虫;此外,还有黑水虻长 17~20 mm 的5、6龄幼虫,并采到长角捷蚁的成虫、蛹和幼虫。长角捷蚁的蛹壳明显有2种大小,解剖显示它们分别发育出工蚁和有翅蚁。

暴露尸体能吸引黑水虻 *H. illucens* 前来产卵是在死后约 20~30 d(Lord et al. 1994),从卵至成虫需要 44 d~5个月(Furman et al. 1975, Lord et al. 1994)。由于未发现任何完整的围蛹,说明所有首批产下的卵粒都已发育成成虫。所发现的幼虫,由第2批,也即迟产下的卵发育而来(第1批卵早已发育形成围蛹,并已羽化)。因此,按最短的时间来估计,即产卵前 20 d,由卵发育至成虫 44 d,前后也需要大约2个月。相反,按最长的时间(Furman et al.

1975)计算,前后大约需要6个月。

长角捷蚁 *Anoplolepis longipes* 选择较干燥的地方建立群体,在尸体开始干燥以前,不会于尸体上建立群体。从黑水虻(*H. illucens*)发育看,这需要几个月的时间。根据 Holldoblerb & Wilson(1990),刚建立的群体在12个月内无有翅繁殖蚁。由于从金属工具箱内取得的蚁蛹和蛹壳中,既有工蚁的,亦有有翅繁殖蚁的,因此,至少已历时12个月。现在,黑水虻与长角捷蚁的关系尚不清楚,只知道长角捷蚁 *A. longipes* 是好斗的、具较强进攻性的捕食者。存在着许多黑水虻的空蛹壳,说明在黑水虻卵、幼虫和蛹期,附近并无蚁群活动。假定在长角捷蚁入据前,黑水虻第1批卵在大约2~6个月内完成发育,那么PMI应是大约14~18个月。由于黑水虻第1批产的卵所形成的围蛹全部已完成发育,靠近上限的机会当更多。

后来查明,死者在发现其尸体前约18个月被报告失踪,与上述估计一致。最后,犯罪嫌疑人坦白了罪行,于1996年6月在火奴鲁鲁以杀人罪对其进行了宣判(Goff et al. 1997)。

案例 34

1944年3月15日,在结冰的条件下,一新生婴儿连着胎盘被包在毯子和报纸中,放于纸板箱内,在一狭长掩壕中被发现。掩壕地面盖有很厚一层上一年的山毛榉叶片。根据其保存完好的状态,经手检查的法医病理学者认为婴儿被抛弃不过几个小时。然而,在包被物内以及胎盘附近发现有大约30头隐翅甲 *Anthobium atrocephalum* Gyllenhal,说明抛婴时间要长得多。前2周天气一直很冷,在这种条件下,这么多甲虫自叶片堆中的越冬场所集中到一起来需要时间。后来,其母亲招供说抛婴已经9 d(Easton 1944,Easton et al. 1970)。

案例 35

1月29日,在栎、槭混合林中地面上,发现一15岁白人女尸骸骨。在头盖骨之下有一大约包含100小室的马蜂 *Polistes* sp. 巢。蜂巢直径8~9 cm,小室直径5~6 mm,全是空的,说明整个巢是上一年筑成并被使用。骸骨旁边有一松弛的电线,显示死者是被勒死的,此外,还有一褪色的工装裤。

所有迹象说明,一大群马蜂去年夏天就栖息在其中。马蜂在当地大概在4月中旬开始寻找筑巢地点。地点必须干燥、安全。意味着在去年春天,头壳内所有组织已分解完毕,蝇蛆活动发生在前年晚秋以前。这样,死亡发生至少已18个月。

法医人类学者根据骨骼风化,法医材料学者根据工装裤的变化,支持这一结论。后来,齿科学鉴定结果,说她死于尸体发现前两年的2月(Lord 1990)。

案例 36

1987年11月,当美国某县的警察应死者邻居和朋友的要求,调查一67岁男子两天来始终不见行踪时,发现了其尸体,但无暴行的痕迹,尸检认为是自然死亡。邻里们都报告说,该住处尚有两位老年妇女,一是死者的姑妈,一是姐妹,由死者照顾。她们有病多年,卧床不起。她们的兄弟或侄儿在与邻里交谈中,常谈起他对两位妇女福利的关心。一位邻居说:"就在这个星期,我问他与两位妇女相处得如何,他说,我不知道该怎么相处,昨夜整宿我都得熬夜。"

当行政司法长官的代表进入两妇女的卧室时，发现了 2 具干瘪的尸体。一具在房子一端卧室的床上，盖有被子和衣服。由于昆虫取食略见骨骼，露出骨骼以头部和上半身为主。一共找到了数百只丽蝇蛹壳。第 2 具在房子另一端的卧室床上，很少露出骨骼，组织已干瘪，一共只找到 2 只丽蝇围蛹。2 具尸体软组织上均找到许多褐色线状物，通过分析，知系火腿皮蠹 *Dermestes lardarius* L.幼虫的粪便。

部分露出骨骼，带有许多蛹壳的一具，估计死于秋天（10 月），而另一具死于初冬（12 月下旬至 1 月上旬）。根据昆虫学材料难以确定死亡年份，只能说死了已经很久，大概已几年。这种意见为现场其他证据所肯定。估计死于 10 月的妇女曾记日记，最后的日记写于 1977 年 10 月 5 日，比尸体发现要早 10 年。另一死者曾打开 1977 年的圣诞卡，但未打开 1978 年的生日贺卡和复活节贺卡。通过尸体解剖，两位老年妇女很可能是自然死亡，日记也证实她们一直来健康不佳。

虽然刑事犯罪的成分很少，但发现两妇女过去 10 年的社会保险和退休金支票都被她们的兄弟或侄儿支取并储存。退休基金和社会保险机构要求退回两妇女死亡后支取的全部金额。

此案从多方面的证据，也包括进一步确认的昆虫学证据在内，肯定两妇女死了大约已整整 10 年（Lord 1990）。

案例 37

1987 年 3 月 28 日，在美国夏威夷瓦胡岛距一条高速公路边 8 m 远的近海沙质灌木草地中，发现了 1 具白人年轻男尸。尸体俯伏，右上臂穿有蓝绿色 T 恤衫，在肩部成团，蓝色斜纹粗棉布裤子被拉至双脚踝。3 月 30 日上午在陈尸所检查结果，尸体长 1.78 m，重 39 kg，部分白骨化。头部几乎完全白骨化，仅残留部分头皮。头上有枪创，颅骨骨折，枪弹仍在颅腔内。脑组织大部分不见。双臂部分白骨化，手分离。所有内部器官明显干腐，但仍在通常的解剖位置。节肢动物存在于尸体外表以及体腔内。在尸体解剖及现场土壤中共收集到鞘翅目 4 科 5 种、双翅目 4 科 4 种（表 11－3）。

将这些标本与储存于瓦胡岛计算机网络中相似条件下的研究记录相比较后发现：金蝇 *Chrysomya rufifacies*（Macquart）、酪蝇 *Piophila casei*（L.）和长隐翅甲 *Philonthus longicornis* Stephens 3 种是确定本案 PMI 上下限的关键种类。结合尸体上发现的其他种类，作如下推测：因为金蝇 *C. rufifacies* 只有空蛹壳存在，至少可以先确定下限要长于 17 d；再由长隐翅甲 *P. logicornis* 只有成虫出现在尸体上和其下土壤中，说明其幼期已全部完成发育，可进一步确定下限不少于 34 d。综合起来，认定 PMI 下限为 34 d。再将酪蝇 *P. casei* 用于推测上限，该种幼虫在尸体腐烂早期出现，在第 33～36 天之间离开尸体。根据标本采集情况，该种老熟幼虫既在尸体上采到，又在尸体之下的土壤中发现，说明正处于离开尸体的期限之内，也就是 PMI 上限为 36 d。综合 3 个种的分析，可以得出 PMI 为 34～36 天的结论。

尸体上发现的其他种类在本案 PMI 分析中虽然不具有决定性作用，但它们的出现与上述结论并没有矛盾。阎甲 *Saprinus lugens* Erichson 仅发现成虫，该种成、幼虫在尸体上共存时间可达第 31 天，过此时限只有成虫；皮蠹类在尸体上出现是在第 6～58 天，幼虫活动高峰在第 30～33 天，成虫在第 25 天左右，本案中成、幼虫比例与 34～36 d 的情况相符；赤足郭公甲

Necrobia rufipes(DeGeer)成虫在尸体上出现是在第 10~76 天,幼虫是在第 14~71 天,均与上述结论不矛盾。麻蝇幼虫未能鉴定到种,不作主要依据。该幼虫外观很像 *Sarcophaga occidua*,若是,幼虫出现于第 13~37 天,亦相一致。黑水虻 *Hermetia illuscens*(L.)因在夏威夷尚少见,暂不作主要依据,但该种在其他类似 PMI 估计记载中均超过 30 d,也与结论相符。

表 11-3 案例 37 中收集到的昆虫种类一览表 (Goff et al. 1991)

种类及采集场所	文献中该种(类)在尸体上出现的时间
鞘翅目 Coleoptera	
郭公甲科 Cleridae	
Necrobia rufipes 成、幼虫	成虫:第 10~76 天
尸体上,尸下土壤中	幼虫:第 14~71 天
阎甲科 Histeridae	
Saprinus lugens 成虫	成、幼虫共同存在直至第 31 天,第 31 天以后只
尸体上(捕食性)	有成虫
皮蠹科 Dermestidae	
Dermestes ater 成、幼虫	
尸体上	成虫活动高峰:第 25 天左右
Dermestes maculatus 成、幼虫	幼虫活动高峰:第 30~33 天
尸体上,尸下土壤中	
隐翅甲科 Staphylinidae	
Philonthus longicornis 成虫	成虫:第 4~40 天
尸下土壤中(捕食性)	幼虫:第 15~33 天
双翅目 Diptera	
水虻科 Stratiomyidae	
Hermetia illucens 幼虫	幼虫:第 30 天以后
尸体上,尸下土壤中	
酪蝇科 Piophilidae	
Piophila casei 幼虫	幼虫:腐烂早期开始出现,第 33~36 天离开尸
尸体上,尸下土壤中	体
丽蝇科 Calliphoridae	
Chrysomya rufifacies 蛹壳,且经风吹雨打	第 17 天以后开始羽化
尸体上	
麻蝇科 Sarcophagidae	
1 种幼虫	幼虫:第 13~37 天
尸体上,尸下土壤中	

侦查结果,本案 34~36 d 的 PMI 估计,与死者生前最后一次为人们所见到是在尸体发现前 37 d 这一情况相比较,两者完全相符(Goff et al. 1991)。

案例 38

在美国夏威夷瓦胡岛一浅坟内掘出 1 具年龄 30 个月的小女孩尸体。在陈尸所检查中采得几种昆虫。金蝇 *Chrysomyia rufifacies*(Macquart)的蛹壳附着在头顶之下的头壳上。白腹皮蠹 *Dermestes maculatus* DeGeer 成虫出现在头骨上,其高龄幼虫蜕皮可以在头顶之下、头腔之内以及大腿上见到,这些白腹皮蠹的幼虫蜕皮很完整,看来任何时候都未受到风吹雨打的影响。窗虻科 Scenopinidae 幼虫在靠近头发基部找到。赤足郭公甲 *Necrobia rufipes* DeGeer 成虫在左脚骨上找到。从尸体袋里则找到 1 只衣鱼(Lepismatidae)。

将茄克衫兜帽中的泥土,通过 Berlese/Tullgren 漏斗,再进行清理挑拣,得到一些窗虻科幼虫和白腹皮蠹成虫,另有 1 只尚未描述过的阎甲科 Histeridae 成虫。

有关螨类分属粉螨科 Acaridae、薄口螨科 Histiostomidae、巨螯螨科 Macrochelidae、厚历螨科 Pachylaelaptidae 和尾足螨科 Uropodidae 等。

与早些时候在瓦胡岛旱地生境进行的研究结果相比较,估计小女孩死亡 52 ~ 76 d。这一估计之所以降低到略超过 52 d,是根据白腹皮蠹幼虫蜕下的皮。在用来比较的研究中,最后见到白腹皮蠹幼虫的活动是在第 51 天。白腹皮蠹幼虫蜕下的皮一经风吹雨打,很快瓦解。在本案中它们既然很完好,很容易鉴定到种,说明它们蜕下不久。

窗虻科幼虫均属高龄,与早些时候研究中 51 d,及另一次研究中 48 d 的幼虫大小相当。这也支持死亡略超过 52 d 的估计。找到的螨类与此估计亦相吻合。

死后间隔时间略超过 52 d 的估计,与本案嫌疑对象、死者父亲的招供完全一致。最后证实,死亡发生在尸体发现前 53 d 的早晨(Lord 1990)。

11.2 死亡原因分析

包括被刺身亡、药物中毒等。

案例 39

几年前,在美国马里兰州的郊区发现一衣着完整的青年女子尸体。该妇女数天前傍晚外出散步,再没有回家。发现时,尸体已中等程度腐败,在胸部和颈部有许多蝇蛆,两手心也有蛆虫。在现场和尸体检验时,未采集昆虫标本。起初,死亡被认为是药物过量所致。

案件调查者最后要求昆虫学者重新审查尸体照片,看蝇类虫态、龄别是否与失踪时间相符。大量蛆虫集中于胸、颈、手心上取食,显示死前先有外伤。于是根据法院命令,掘出尸体。法医人类学者仔细检查遗骨,在蝇蛆集中取食的部位明显有戳伤,死亡乃被确认为被杀(Lord 1990)。

案例 40

2 月 26 日,工人们在林区发现了 1 具差不多只留下骨骼的死尸。死者 29 岁,白人男子,静脉注射滥用者。他是前一年 9 月 25 日,在不见了 1 周后被报告失踪的。生前最后遇见他的是其女友,她认为他注射了可卡因,显得焦躁不安。在安装了 1 台空调器之后就不见了。

尸体脸朝下,部分埋在密林区冻土中。头壳和下颌骨分别位于躯干之外 7.62 m 和 2.44 m。头和躯干只留下骨骼,双臂部分有肉,腿和脚全有肉,皮肤和组织腐败、干缩。由于动物的噬咬,右臀及其附近有 1 个不规则的"8"字形洞。许多死的,部分腐烂的大、小蛆虫,还有围蛹,在尸体表面、体腔内以及衣服里被发现。衣服并无不寻常的孔洞或裂口。X 射线照片未显示受枪击。除动物噬咬外,亦无其他伤害发现。死后和生前的牙齿记录比较无差异。

腿部肌肉与蛆虫一起被送做毒理学分析。采用种种标准的毒理学方法测试结果,无论组织或蛆虫均呈可卡因阳性。对死者背景详尽调查,显示其长期使用可卡因,严重地吸毒成瘾。根据所有调查结果和毒理学数据,裁定死亡原因为服毒过量(Lord　1990)。

11.3　死亡场所与抛尸场所推断

这方面亦包括尸体有否长距离搬动、尸体有否漂浮至特定生境等。

案例 41

据报告,一被害尸体被扔入了美国印第安纳州中南部某小农场的井内。该井被彻底地填入了废弃物、轮胎和石块。虽然具体位置不了解,但当调查人员驱车进入该场一堆木场时,马上就发现了它,因数以千计的蝇类正集中在一堆旧轮胎周围飞舞。尸体就在其下的井底被发现,已经腐败,然而尸体上面并无昆虫。由于一些杂物的阻隔、干扰,蝇类难以到达尸体,但其气味仍然吸引了大批昆虫(Lord　1990)。

案例 42

7 月,一穿有部分衣着的白人成年妇女的尸体于马里兰州一填土区被发现。尸体严重腐败,除四肢外,存留软组织很少,头、颈和胸部只留骨骼,脑壳上有大量明显的钝伤口,许多大蛆虫自头和躯干之下的土中被找到。尸体处于瓦砾、破烂碎片堆放区,除了小草外,别无其他植物遮蔽,直接暴露于阳光下。

所有采集的标本均为伏蝇 *Phormia regina*(Meigen)。虽然它常常于早期到达尸体,但也能在不太新鲜的尸体上生活。随后的试验显示,只有丝光绿蝇 *Lucilia sericata*(Meigen)是尸体发现地填土区的常见种。这样就表明尸体是从别的比较遮阴的环境中搬过来的,在那里伏蝇产了卵。

后来查明,死者是当地的一名妓女,惯常周旋于附近州际高速公路上开车的卡车驾驶员中间。推测女尸先在拖车中存放若干天后,因腐败气味严重,驾驶员将其丢弃在孤立的填土区(Lord　1990)。

案例 43

1966 年 6 月 4 日,在靠近瑞典Öland 岛的 Baltic 公海上发现 1 具带着救生圈的漂浮男尸。他来自 1966 年 1 月 14 日在 Baltic 沉没的芬兰航船,因此,死了大约已 4 个半月。内部器官

严重腐败,脸上和胸部皮肤和肌肉已烂光,别的地方已形成尸蜡。尸体被运到赫尔辛基,于6月10日立即进行解剖,当时于胸部找到10～12 mm长的蝇蛆。饲养未获成功,对保存于酒精中的2条幼虫做了鉴定,它们是扁蝇科 Coelopidae 的 *Coelopa frigida*(Fallén)。

扁蝇 *Coelopa frigida* 是一种限于海边残骸上的蝇类(Backlund 1945, Remmert 1965)。它发生于尸体上,表明某个阶段尸体曾靠在海岸边上。由于5月和6月初 Baltic 公海仍然相当冷,幼虫可能已生活2～3周。产卵显然是在5月上半月,不存在丽蝇幼虫亦支持这一假说。丽蝇被吸引到 Baltic 海岸尸体上来只有从5月下半月才开始(Nuorteva et al. 1964)。因此可下结论说,死亡水手在他的救生圈中曾于5月上半月漂浮到紧靠某一海岸的附近。

没有证据可以说明此男尸在 Baltic 公海上是如何漂浮的,但上述结论是无可争辩的。在此案中,昆虫学结论无法医学上的重要性,但指出了扁蝇 *Coelopa frigida* 作为死尸某阶段曾漂至海岸边的一个记号的法医学价值,同时也附带指出了根据丽蝇产卵物候学来推测死亡时间的可行性(Nuorteva et al. 1974)。

11.4 其　他

包括螨类的应用、非尸食性昆虫的应用以及蝇类作为虐待案件的物证,等等。

案例44

1983年8月5日,在美国南加利福尼亚,一位24岁白人女子的尸体在郊外被搜索救援队发现。此裸体女子是被勒致死的,有关织物仍环绕在其颈部。一位负责调查的警官发现她的脚踝、腰和臀部有凸起的红点。这使他想起在肯塔基进行军事演习时,自己也有过相同的情况。在与搜索队员讨论中,了解到他们23人当中,有20人也有类似的斑点。请教昆虫学者后知道,这种情况在南加利福尼亚极其少见。当这位警官查看犯罪嫌疑人的照片时,竟发现亦有类似的斑点。经过2 d多的取样分析和讯问,最后认定,由于有关恙螨的分布区域有限,可以证明犯罪嫌疑人与死者生前曾同在野外某一地点出现过,进而确证其为凶手(Lord 1990)。

案例45

20世纪80年代,在美国芝加哥郊区小林地内,有一年轻妇女遭到了一戴滑雪面具男子的袭击,并被强奸。调查者很快发现犯罪嫌疑人并发出逮捕令。从其公寓没收了与受害者描述相似的滑雪面具。审问时,犯罪嫌疑人承认滑雪面具是他本人的,但声称自去年冬天以来从未曾使用过。

调查者发现面具上附有许多苍耳和其他植物碎片。面具及有关植物被送至法医昆虫学者处供分析之用。仔细检查之后,发现苍耳中有若干小毛虫。随后做了鉴定与发育研究。

据记载,此种毛虫1年发生1代,成虫于春天出现,初夏产卵。幼虫从盛暑至夏末在苍耳上生长发育,以蛹越冬。昆虫学者下结论说,这一滑雪面具在强奸发生的当年初夏至盛暑期间肯定在室外使用过。犯罪嫌疑人很快承认了强奸事实(Lord 1990)。

案例 46

有若干婴儿被带到医院急诊室,他们大面积地由尿布引起了皮疹,营养不良,说明未被好好照管。检查显示,肛门和生殖器部位生蛆。蛆虫检查结果,表明存在于儿童身上至少已 4~5 d,也即换尿布、清洗、照顾至少是 4~5 d 前的事。昆虫学证据成了审讯中至关重要的依据(Lord 1990)。

此外,在老年病人受虐待的案件中,昆虫侵扰同样也是很重要的根据。

案例 47

1964 年 6 月 27 日,在芬兰赫尔辛基一沙坑中发现 1 具妇女尸体。沙坑积满水,尸体部分淹没,可能早些时候完全在水下。尸体大量地腐烂了,但仍保持原形。脸上皮肤、肌肉已烂去,尸蜡已形成。6 月 29 日解剖时,在 1 只手上发现一些蝇蛆和围蛹。当送至动物博物馆做检查时,蝇蛆已死并干化,但仍可看出 3 条为腐蝇属 *Muscina* 昆虫,1 条为厕蝇属 *Fannia* 昆虫。围蛹中未羽化出成蝇或寄生物。尸体上未发现丽蝇幼虫或水生昆虫。

尸体上蝇蛆和围蛹的存在,表明蝇类能加以利用至少已 1 周。因为在一般冷的微气候条件下,腐蝇属 *Muscina* 昆虫自卵至围蛹需要 1 周或略长些(Thomsen et al. 1936, Nuorteva et al. 1972, Nuorteva 1974)。不存在开始腐败即前来产卵的丽蝇的幼虫,表明那阶段丽蝇难以接近。尸体严重腐烂后不再吸引丽蝇(参阅 Bornemissza 1957),但吸引了厕蝇属 *Fannia* 和腐蝇属 *Muscina* 昆虫。因此,下结论说尸体在相当的长时间内被完全淹没。

警察调查结果,该妇女于 1963 年 7 月中旬被害,尸体被谋害者隐藏于沙坑中。上述昆虫学材料对推断死亡时间无意义。但根据尸体上不存在丽蝇,得出长时间完全淹没在水中的结论是正确的。并根据存在有厕蝇属 *Fannia* 和腐蝇属 *Muscina* 幼虫和围蛹,指出了尸体部分露出水面(很明显,手首先露出)可供蝇类产卵的时间(Nuorteva et al. 1974)。

案例 48

夏日某天,当芬兰政府某高级官员进入他的办公室时,突然发现进门处地毯下面有许多白色大幼虫。他立即召来清洁工,查问地毯是否经常清扫。清洁工保证说地毯每日清扫,前一天傍晚刚清扫过。官员不相信长于 1 cm 的虫子能一夜间长成。清洁工因被认为撒谎而予解雇了。

出于好奇,同一大楼工作的一位兽医应邀前来检查地毯。他怀疑幼虫能取食塑料地毯而生长发育。幼虫标本采集后送请 Nuorteva 鉴定。鉴定结果,它们是丝光绿蝇 *Lucilia sericata*(Meigen)的淡黄色成长幼虫或白色预蛹。结论是:幼虫在政府大楼里一些死老鼠尸体上或一些被遗忘的食物上生长,为寻找化蛹场所夜间来到进门处的地毯下。清洁工并未撒谎,她于是重新获得了工作。

此例不牵涉犯罪,但说明可应用昆虫学知识澄清事实的真相(Nuorteva 1977)。

12 现代新技术在法医昆虫学中的应用

胡 萃 叶恭银

以各种大型精密仪器及其相关应用技术为基础的现代分析测试技术,是融合多学科、多技术的一系列极重要的实验手段,并正逐渐形成为一门新兴的边缘学科。它准确、快速、自动化,优点多而明显,应用非常广泛。随着分子生物学技术的迅速发展,包括限制性片段长度多态性(restriction fragment length polymorphism, RFLP)、随机扩增多态DNA(random-amplified polymorphic DNA, RAPD)、DNA指纹分析(DNA fingerprinting)和多聚酶链式反应(polymerase chain reaction, PCR)等在内的分子检测技术也先后建立和发展。目前,无论是现代分析测试技术,抑或分子检测技术,都已在法医昆虫学中实际应用,在21世纪将更普遍地得到应用,而它们普遍、深入的应用必然将把法医昆虫学推向新的水平。

12.1 现代微量分析技术

现代微量分析技术包括原子吸收光谱、红外光谱、荧光光谱、气相色谱、高效液相色谱、质谱、气相色谱-质谱联用,等等,在法医昆虫学中可以发挥重要的作用。

12.1.1 法医昆虫毒理学的诞生和发展

现代微量分析技术被用之于与尸体有关的某些昆虫体中药物、毒物的分析检测,逐渐形成了法医昆虫毒理学这一新兴分支。以法医昆虫如蝇蛆、蝇蛹为毒理学材料的优点是:①当传统的毒理学材料如血液、尿液和固体器官不复可得时,它们仍有可能存在,甚至相当长时间地存在;② 分析中不受尸体分解产物的干扰。有关这方面的详尽分析结果,可以帮助推断死亡原因,修正死后间隔时间的推断,提高其正确性和精确性,并有可能提供其他某些重要的背景材料。

芬兰赫尔辛基大学 P. Nuorteva et al. (1972,1975,1978,1980,1982)在无机汞或甲基汞污

染的脊椎动物尸体上饲养丽蝇科 Calliphoridae 昆虫，对有关富集现象进行了一系列研究。这可说是法医昆虫毒理学的开端。

对于昆虫样本中的含汞量，他们部分采用中子活化分析，部分通过 Perkin-Elmer Coleman MAS－50 无火焰原子吸收分光光度计进行。

在已知含有甲基汞的脊椎动物尸体上，自卵开始饲养丽蝇幼虫，所得成蝇的汞含量与其幼虫食物中的汞含量间呈明显相关关系，生物积累现象普遍又显著，最后平均汞含量为食物的 4.3 倍。亮绿蝇 *Lucilia illustris*（Meigen）、丝光绿蝇 *Lucilia sericata*（Meigen）、新陆原伏蝇 *Protophormia terraenovae*（Robineau-Desvoidy）、红头丽蝇 *Calliphora vicina*（Robineau-Desvoidy）、反吐丽蝇 *Calliphora vomitoria*（L.）及尸蓝蝇 *Cynomya mortuorum*（L.）等种与平均生物积累系数 4.3 之间，都只有小的偏差。

在受污染的食物上取食、生长，随着日龄的增长，幼虫体中的汞含量迅速上升，围蛹更高于幼虫，而初羽化成虫则到达顶峰。2 d 后，从整体来说，汞含量大约下降 50%(图 12－1)。

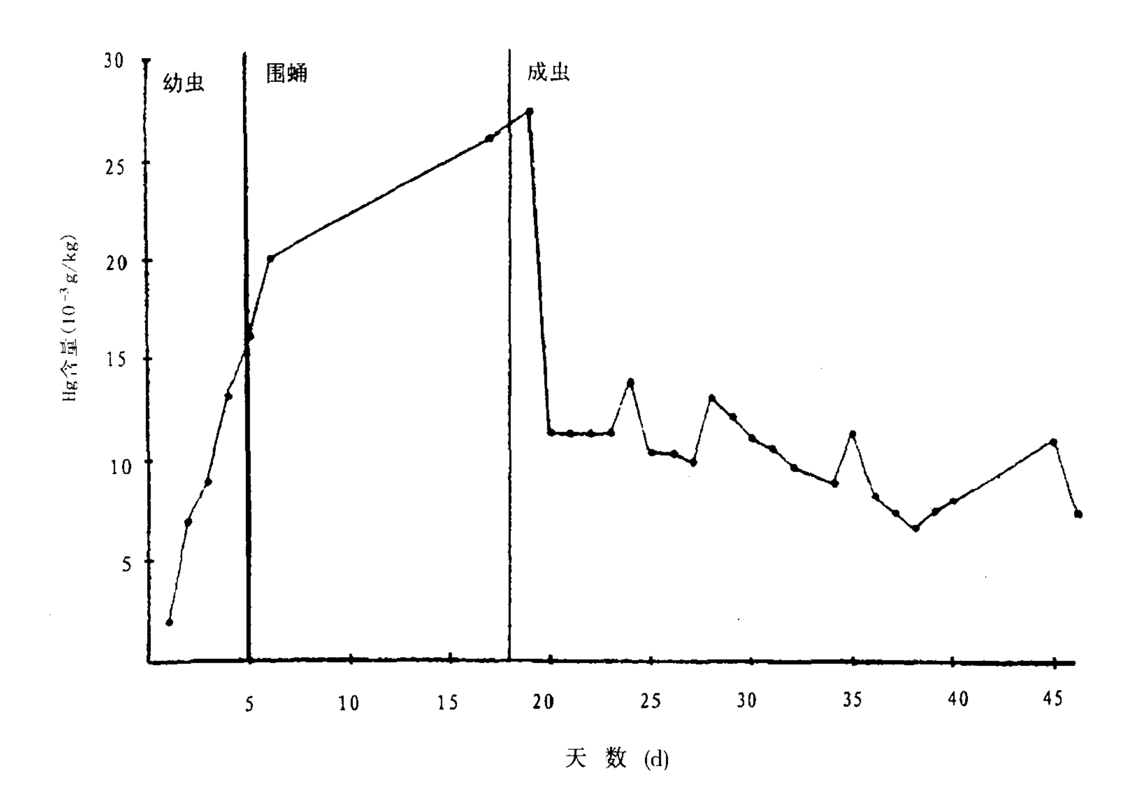


图 12－1 饲养于芬兰狗鱼 *Esox lucius* L. 鱼肉上，亮绿蝇的汞含量(10^{-3}g/kg，鲜重)

(仿 Nuorteva et al. 1982)

鱼肉的含汞量为6.9 10^{-3}g/kg，成蝇羽化后喂以蜂蜜。

在成蝇各体段之间，以腹部的汞含量为最高，其次是胸部(表 12－1)。这是因为中肠和后肠汞含量最高，接着自高而低依次为腹部脂肪、马氏管、前肠、飞行肌、足，含量最高的器官多在腹部，其余的在胸部的关系。2 d 内的降解速度，以腹部为最快，胸部最慢(表 12－1)。

在培养皿中以受汞污染的丽蝇幼虫喂饲隐翅虫 *Creophilus maxillosus* L. 成虫，虽然时间只1周，富集现象已经十分明显(表12－2)。这些甲虫即使汞含量高达33.410^{-3} g/kg，看起

表 12-1 红头丽蝇 *Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy 成虫各部分的汞含量（10^{-3} g/kg，鲜重）（Nuorteva et al. 1982）

羽化后天数（d）	头部	胸部	腹部	翅和足	整体
0	3.6	4.7	6.4	3.9	5.1
1/2	2.9	3.9	4.6	3.2	4.0
1	2.7	4.0	1.5	2.7	2.9
2	1.7	3.8	1.4	2.0	2.6
2 天后残留率(%)	47.2	80.9	21.9	51.2	51.0

表 12-2 汞自鱼通过丽蝇幼虫至隐翅虫 *Creophilus maxillosus* L. 的生物富集（10^{-3} g/kg，鲜重）（Nuorteva et al. 1982）

鱼肉	丽蝇幼虫	隐翅虫
0.7	2.0	6.9
2.7	6.3	17.4
6.9	13.3	33.4

来依然十分健康。

通常都认为，猛禽和哺乳动物（包括人类）处于食物链的顶端，体内包含了生物富集农药的最高量。从以上 Nuorteva et al. 的材料可以清楚地看出，实际上尸食性昆虫以及它们的捕食者，在食物链中处于更高的位置，对于农药或毒物还有可能进一步富集。

在一起从林区发现腐败尸体，根据调查背景材料看，怀疑是服用安眠药自杀的案件中，Beyer et al.（1980）通过尸体上丽蝇科 *Cochliomyia macellaria* 幼虫的毒理学分析，肯定苯巴比妥（phenobarbital）的存在，证明死者系服药过量自杀。Beyer et al. 首次在实践中证实了利用尸体上昆虫进行人类尸体内毒物情况分析判断的可行性。

Gunatilake et al.（1989）报告，在夏威夷瓦胡岛发现一男性尸体，业已腐败，身边有一 237 ml（8 oz）马拉松（malathion）药瓶，其中约 177 ml（6 oz）已不见。该人 1985 年就曾枪击头部，企图自杀。从尸体的脂肪和胃含物中测得马拉松，前者为 17 mg/kg，后者痕量，而血液、尿液及从胸腔取得的液体中未测出马拉松或其他药物。尸体解剖中，在上肢、躯干和头部见到许多蝇蛆，眼、口和胳肢窝特别多。鉴定结果是丽蝇科的大头金蝇 *Chrysomya megacephala*（Fabricius）3 龄幼虫和金蝇 *Chrysomya rufifacies*（Macquart）的 2 龄、3 龄幼虫。采用HP 5 840A 和 Bendix 2 500对 2 种丽蝇的 3 龄幼虫进行了气相色谱分析，在 0.28 g 幼虫中测得 574 μg 马拉松，即2 050 μg/g，从而证实有机磷中毒的判断。这是从尸体上取食含毒腐败组织的蝇蛆中首次发现有机磷化合物。

Introna et al.（1990）分别从明确是鸦片中毒死亡的 40 个案例和非鸦片死亡的 10 个案例中，取得肝脏样本，用于毒物分析和红头丽蝇 *Calliphora vicina*（Robineau-Desvoidy）的饲养。通过放射免疫分析（radioimmunoassay，RIA）测定了 3 龄幼虫和肝脏组织中的鸦片（吗啡）含

量,一代表性样品则通过气相色谱 - 质谱联用法(gas chromatography-mass spectrometry, GC-MS, GC/MS)证实其含有吗啡。在前40个案例的尸体血液化验中都证实含有鸦片,其中5份血液中鸦片浓度低于180 μg/l,在相应的幼虫和肝脏中未测出鸦片,其余35份血液中,鸦片浓度均大于180 μg/l,在相应的幼虫和肝脏组织中均测出鸦片。幼虫中鸦片浓度为8~1 208 μg/kg,肝脏中为26~1 769 μg/kg。对照组的幼虫或肝脏样品中则都不含鸦片。无论阳性组或阴性组,在定性、定量两方面,幼虫和肝脏间都有好的相关关系。分析结果,在阳性组幼虫和肝脏中测出的鸦片浓度间,相关系数 $r=0.790$, y(肝脏中鸦片浓度) = $1.41x$ (幼虫中浓度) + 280,标准误为64.8 μg/kg。

法国 Kintz, Godelar, Tracqui et al. (1990)报告,1987年12月23日,在一49岁、1.94 m高的白人男子家中发现其尸体。该人死于10月17日,已67 d,高度腐败,尸体上有数百头同一种丽蝇幼虫。从尸体上取了心、肝、肺、脾、肾和胆汁,并从各部位采集了蝇蛆。蝇蛆长约2 cm,平均重73.6 mg,用去离子水反复冲洗,干后储存于4℃下。毒理分析前,再度冲洗。之所以多次冲洗,目的是为了保证不沾有尸体汁液。幼虫和尸体组织用同样方法作分析。经酶免疫测定(enzyme immunoassay, EIA, Abbott TDx®)初步筛查结果,表明存在有苯并二氮杂䓬类(benzodiazepines)、巴比妥酸盐类(barbiturates)、酚噻嗪类(phenothiazines)和抗忧郁药(antidepressants)。因此,用高效液相色谱在 Waters 自动系统上分析甲基三唑氯安定(triazolam)、去甲羟基安定(舒宁,oxazepam)、苯巴比妥(phenobarbital)、clomipramine 和 alimemazine。

分析结果如表12-3。幼虫中5种药物均能测出,安菲他明类(amphetamines)、可卡因、鸦片、乙醇及水杨酸盐则未测得。

表12-3 样品中5种药物的浓度 (Kintz et al. 1990)

样品	triazolam	oxazepam	phenobarbital	alimemazine	clomipramine
胆汁	894 μg/l	809 μg/l	2 447 μg/l	24 μg/l	59 μg/l
心脏	398 ng/g	1 317 ng/g	1 391 ng/g	318 ng/g	2 479 ng/g
肝脏	490 ng/g	403 ng/g	3 630 ng/g	368 ng/g	433 ng/g
肺脏	173 ng/g	1 641 ng/g	1 233 ng/g	344 ng/g	455 ng/g
脾脏	*	777 ng/g	3 641 ng/g	210 ng/g	58 ng/g
肾脏	*	286 ng/g	1 439 ng/g	66 ng/g	327 ng/g
丽蝇幼虫	204 ng/g	153 ng/g	761 ng/g	22 ng/g	28 ng/g

* 分析中受干扰。

这再次表明,可以通过昆虫探讨尸体内毒物情况。但在幼虫和人体不同组织间药物浓度比变化颇大。例如心脏/幼虫间的药物比为1.83:1~88.5:1,而肝脏/幼虫间,药物比为2.4:1~16.7:1 (图12-2)。看来,各种药物对不同器官的趋向性不同,像 clomipramine 就明显趋向心脏(表12-3)。

此后不久,Kintz, Tracqui, Ludes et al. (1990)又报告从人尸组织中检出另2种药物。有关尸体于1988年10月23日被发现,高度腐败,头与躯干分离。尸体上布满同一种蝇蛆,不

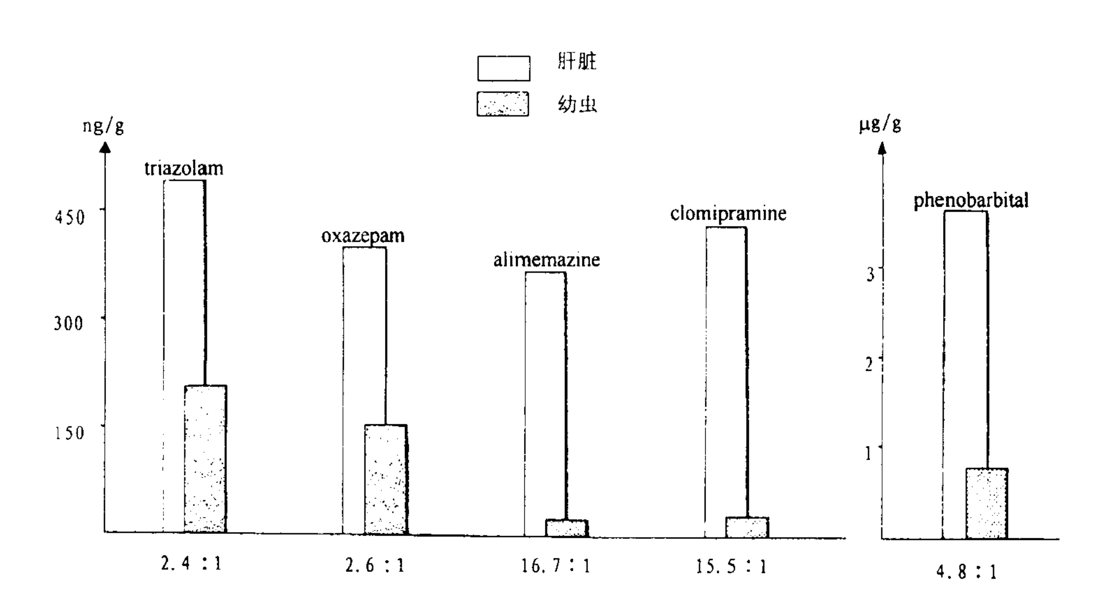


图 12-2 肝脏与幼虫间 5 种药物的浓度比 （仿 Kintz et al. 1990）

见蝇蛹和成蝇。尸检中，透视未见子弹。胸部和腹部器官都不复存在。死者系 65 岁男子，失踪已长达 6 个月。蝇蛆平均重 9.8 mg，长 4～10 mm，根据其形态特征——平均大小、毛的缺失、口器和后气门构造以及肛节具有 2 个指向后方的短肉质突起，可以肯定属于酪蝇科 Piophilidae。该科幼虫(最常见的是酪蝇 *Piophila casei* L.)是 Mégnin 第 4 波的典型成员，发生于腐败后期、死后 3～6 个月的酪蛋白发酵阶段。它的发生情况与死者已失踪 6 个月的调查结果相一致。

脑物质酶免疫测定初步筛查结果，指出存在有苯并二氮杂䓬类(benzodiazepines)和酚噻嗪类(phenothiazines)，高效液相层析(high performance liquid chromatography, HPLC)结果如表 12-4。此外，未发现安非他明类、可卡因、鸦片、乙醇、巴比妥盐类、抗忧郁药或水杨酸盐类。查出 bromazepam 浓度显然较甲氧异丁嗪(levomepromazine)高出很多，故前者可确定为造成死亡的决定因素。

表 12-4 尸体解剖样品中检出 bromazepam 和 levomepromazine 的浓度

(Kintz et al. 1990)

样品	bromazepam (μg/g)	levomepromazine (ng/g)
脑	54.30	48.0
锁骨	1.73	17.1
酪蝇幼虫	0.81	45.3

Nolte et al. (1992)首次从腐败尸体上蝇类幼虫中检出可卡因(cocaine)和苯甲酰爱冈宁(benzoylecgonine)。结合该案各种背景材料，加上无明显外伤，而蝇类幼虫和尸体肌肉内均存在可卡因，足以确定死亡是由可卡因中毒引起。具体情况如下：

2月,在美国康涅狄格州某林区内,步行者发现1具差不多完全白骨化的人尸。后查明死者系男性,29岁,静脉药物注射滥用者,在上年9月于不见了1周后被报告失踪。最后见到他的是其女友,她认为他注射了可卡因,变得亢奋,然后不见了。

尸体俯伏,略盖有雪,部分嵌入冻土,在离最后见到处约0.4 km的密林中。头盖骨和下颌骨分别离尸体约760 mm和240 mm。身边未见任何药物、工具。

尸体解剖时,衣服上未见有不寻常的割裂、撕开或孔洞。头和躯干完全白骨化,双臂几乎白骨化,腿和脚腐败,具干化的皮肤和软组织。除了一些小动物的破坏之外,未见其他伤害。在体表、体腔内以及衣服上,除蛹壳外,有许多死的、部分腐败的以及完整的大小蝇蛆。全尸射线照片上未见弹头或弹头碎片,生前、死后射线照片无差异。

尸检时收集了腿上肌肉、蝇蛆及蛹壳,置-4℃下。由于采得幼虫无一存活,故未能养出成虫。对保存的幼虫鉴定结果,系老熟的3龄红头丽蝇 *Calliphora vicina* (Robineau-Desvoidy)。

采用放射免疫分析初步查得苯甲酰爱冈宁和可卡因。通过全谱气质联用仪(Hewlett Packard, 5 970A)证实肌肉内存在可卡因。用氮-磷检测器,通过气相色谱(GC)(Perkin Elmer, 8 500)对肌肉和蝇蛆中的可卡因进行了定量。通过全谱气质联用仪(Finnigan Mat ITD, 800)测定苯甲酰爱冈宁,并采用Finnigan自动定量程序予以定量。结果如表12-5。

表12-5 肌肉和蝇蛆的毒物分析结果 (Nolte et al. 1992)

材料	放射免疫分析(可卡因和苯甲酰爱冈宁)	气相色谱(可卡因)	气相色谱-质谱联用(可卡因)	气相色谱-质谱联用(苯甲酰爱冈宁)
肌肉	阳性	分析受干扰	阳性	0.33 mg/kg
幼虫	阳性	0.49 mg/kg	阴性 *	0.03 mg/kg

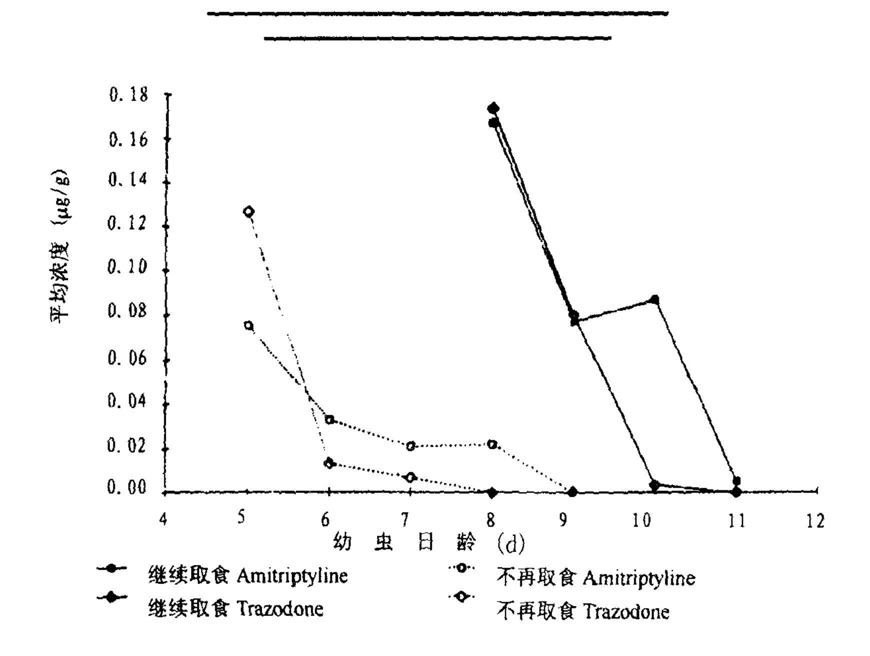
* 取得标本14个月后。

根据Baselt (1982)报道,可卡因在体内的半衰期很短,随着给药途径的不同,半衰期变动于0.8~1.25 h之间。本案中同时于蝇蛆和肌肉内检出可卡因,令人信服地说明就是在死亡前若干小时注射了可卡因。

Sadler et al. (1995)分别从服用阿米替林(amitriptyline)、temazepam以及trazodone和trimipramine 3起自杀致死案中取得腿肌,贮藏于-20℃下,以后用带锯割成25 mm^3,用来饲养红头丽蝇 *Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy。饲养条件为23℃、相对湿度80%~90%,16 h光照、8 h黑暗。以孵化日作为第1天。于第5天将当时的3龄幼虫分成2组:继续取食载药肌肉,或转至无药肌肉上。继续取食载药肌肉的于第4~11天以及第16 d(蛹)取样分析;转至无药肌肉上饲养的于第6~11天取样分析。阿米替林经气谱-质谱仪(GC-MS)分析;trazodone, trimipramine和temazepam则通过高效液相色谱仪(HPLC)进行分析。

分析结果,随着化蛹或转至无药肌肉上饲养,药物浓度即急剧下降(图12-3)。因此认为,毒理学分析取样,只能取自在尸体上大量取食的幼虫。

Wilson et al. (1993)在采用阿米替林(amitriptyline)、nortriptyline和普洛帕吩(propoxy-



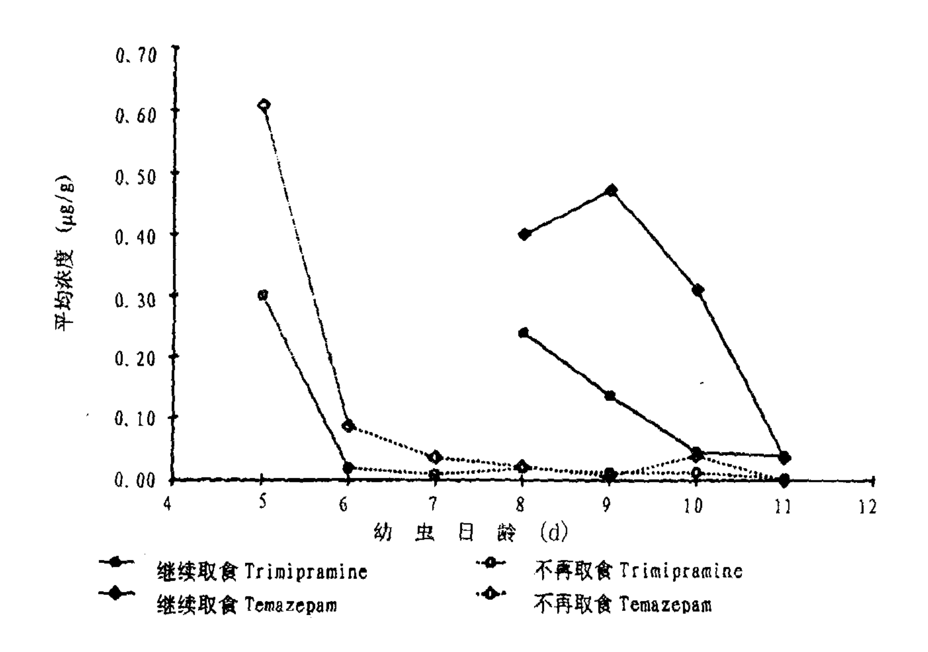


图 12－3 在红头丽蝇 *Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy
幼虫饲养中 4 种药物的平均浓度变化
（仿 Sadler et al. 1995）

phene)的试验研究中,3 龄幼虫体内存在这些药物,而在蛹中未能测出。这与 Sadler et al.(1995)的研究结果基本一致。然而,Pounder(1991)认为蝇蛹和蛹壳也是合适的毒理学分析材料,具有蝇蛆一样的优点。在前述汞含量的分析中,围蛹中汞含量高于蝇蛆,初羽化成蝇达到了高峰(Nuorteva et al. 1982)。看来,不同药物、不同蝇种间情况不一样,亟待广泛、深入地开展研究。

12.1.2 药物或毒物对蝇蛆生长发育的影响

Goff, Omori & Goodbrod (1989)研究了组织中的可卡因及其代谢产物 benzoylecognine 对于棕尾别麻蝇 *Boettcherisca peregrina* (Robineau-Desvoidy)生长发育的影响。存在于兔组织中的可卡因明显加快了在其上取食的蝇蛆的生长速率。

Lord (1990)报道说,10 月 12 日 15 时,在美国 Spokane 东北的松林中发现一未穿衬衫、大约 20 岁的白人妇女尸体。死者脸朝下,无鞋,左胸脊部有若干刺伤。尸体处于肿胀早期,脸上、躯干腹面上部有大量蝇蛆。在冷藏 5 d 后,将活蛆养在置于沙上的牛肾上。11 月 10 日成蝇开始羽化,计 2 种,即 *Cynomya cadaverina* 和丝光绿蝇 *Lucilia sericata* 。前者一般产卵于死后 1 ~ 2 d 的尸体上,后者大概产卵于 24 h 内的尸体上,且喜开旷、太阳照到的地方。保存的蝇蛆依大小可分 3 等。中等的 6 ~ 9 mm 长,与非常相似天气条件下用猪尸饲养的 7 日龄幼虫相当,较小的代表迟的一批,死者头发中存在许多卵块也支持这一结论。取自鼻腔的 1 头蝇蛆很大,长 17.7 mm,此大小显示大约已生长 3 周,但此尸体不可能已 3 周。后查明死者有可卡因滥用史,有证人作证说,就在她死前不久曾吸食可卡因。也即含有可卡因的组织大大地促进了取食蝇蛆的生长。

Goff, Brown, Hewadikaram et al. (1991)关于组织中海洛因作用的研究,同样表明毒物促进了蝇蛆的生长。

接着,Goff, Brown, Omori et al. (1993)以美国夏威夷州自杀案件中最常用的阿米替林(amitriptyline)为供试药物,以瓦胡岛腐败人尸上常见的绯角亚麻蝇 *Parasarcophaga ruficornis* (Fabricius)为对象,研究了药物浓度对蝇类生长发育的影响。这令人印象深刻地认识到,为了精确估计死后间隔时间,必须充分注意这种影响。

他们将体重为 4 ~ 5 kg 的 3 只家兔,通过耳静脉分别注射溶于 10 ml 生理盐水的 300、600 或 1 000 mg 阿米替林。这些剂量系根据体重算出,分别代表亚致死量,中间致死量和中间致死量的 2 倍。第 4 只家兔(重 4.5 kg)作为对照,通过耳静脉注射 10 ml 生理盐水。注射 600 mg 和 1 000 mg 的,给药后几乎立即死亡。注射 300 mg 的,给药后 1 分钟内气息奄奄,3 个月内死亡。对照通过 CO_2 室处死。

死后立即取出 2 ml 血样,冰冻作日后分析用。各兔肝重 96 ~ 126 g,平均 111.5 g,亦予冰冻。血液和肝脏样品采用高效液相色谱(HPLC)进行分析。

在各供试肝块上,大约产有 210 头幼虫。饲养于 26℃、12:12 光周期下。每隔 6 h,各测量 10 头幼虫的体长。在 48 h 时,各取 10 头幼虫冰冻供测定药物含量用。蛹期每 6 h 观察一次羽化情况。成虫羽化后分开饲养,供以水、糖和蛋白质水解液。羽化后 13 d,供给牛肝以了解产幼虫的情况。

血液和肝样分析结果,所有给药兔子都存在阿米替林和 nortriptyline,对照的血液和肝样中有痕量阿米替林,但无 nortriptyline (表 12 – 6)。

幼虫取样分析结果:对照有低水平的阿米替林 (1.0 mg/kg)和 nortriptyline (1.2 mg/kg), 300 mg 组阿米替林和 nortriptyline 含量分别为 4.7 mg/kg 和 3.6 mg/kg, 600 mg 组分别为 27 mg/kg 和 3.7 mg/kg, 1 000 mg 组分别为 2.0 mg/kg 和 0.6 mg/kg。

各处理间幼虫生长速率(体长/时间)无明显差异,最大体长间亦无明显差异。惟1 000 mg

表 12-6 通过耳静脉注射不同剂量阿米替林后兔血液和肝脏组织中阿米替林和 nortriptyline 的浓度 (Goff et al. 1993)

剂 量	CK		300 mg		600 mg		1 000 mg	
组织	血 (mg/ml)	肝 (mg/kg)	血 (mg/ml)	肝 (mg/kg)	血 (mg/ml)	肝 (mg/kg)	血 (mg/ml)	肝 (mg/kg)
阿米替林	0.3	1.4	38.0	24.0	656.0	154.0	10.0	49.0
nortriptyline	0	0	0.8	3.3	16.0	7.1	0.1	0.9

组在 78 h 时平均长 21.3 mm,相对居首位。对照组于 132 h 开始化蛹,300 mg 组于 138 h 开始化蛹,而 600 mg 和1 000 mg组则于 144 h 开始化蛹。平均幼虫历期、蛹历期等有明显差异(表 12-7)。和有关可卡因、海洛因等促进幼虫生长的报道不同,在这里,幼虫历期、蛹历期显然是延长了。对照组和 300 mg 组成虫均产下正常幼虫,1 000 mg 组产下幼虫,然而只 50%左右能存活,600 mg 组则未能产下幼虫。

与过去关于可卡因、海洛因、脱氧麻黄碱(methamphetamine)(Goff et al.1989,1991,1992)的研究结果不一样,从组织中测出的阿米替林或 nortriptyline 的浓度,与给药剂量不直接成比例。在对照的组织中也测得低水平的阿米替林,这低水平代表着本底含量,而不是在对照中真正存在。阿米替林和 nortriptyline 自1 000 mg组兔组织中测出的浓度低于 600 mg 组,这大概是由于 1 000 mg 组兔子迅速死亡的缘故。相当于中间致死量 2 倍的剂量使得兔子立即死亡。600 mg 组死亡亦快,但那略长的存活时间,使得药物比较广泛、彻底地分布于各组织。

表 12-7 26℃下饲养于阿米替林和 nortriptyline 不同含量兔肝组织上的绯角亚麻蝇 *Parasarcophaga ruficornis* (Fabricius)的幼虫历期、幼虫死亡率、蛹重、蛹长、蛹历期及蛹死亡率比较 (Goff et al. 1993)

组别	平均幼虫历期 (h)	幼虫死亡率 (%)	平均蛹重 (mg)	平均蛹长 (mm)	平均蛹历期 (h)	蛹死亡率 (%)
CK	159.9 a ($n=189$)	5.5	10.1 a ($n=189$)	10.78 a ($n=20$)	313.8 a ($n=185$)	4.2
300 mg	173.4 b ($n=85$)	57.5	10.6 a ($n=85$)	10.95 ab ($n=20$)	311.8 a ($n=82$)	3.5
600 mg	190.1 c ($n=119$)	40.5	11.5 b ($n=119$)	11.28 b ($n=20$)	316.1 b ($n=111$)	5.0
1 000 mg	172.7 b ($n=115$)	42.5	11.4 b ($n=115$)	11.35 b ($n=20$)	348.2 c ($n=115$)	0.0

注:同一纵列数字间跟随有相同字母的表示无显著差异($P>0.05$)。

归纳起来,可卡因、海洛因、脱氧麻黄碱使得蝇蛆生长加快,而阿米替林和 nortriptyline 则使幼虫期延长;脱氧麻黄碱使蛹期缩短,海洛因、阿米替林、nortriptyline 使蛹期延长,而可卡

因对蛹期无明显影响。当然这些都还是初步的结果,有待进一步研究,以便精确指导 PMI 的估计。

12.1.3 不同地理种群的判断

Byrne, Camann, Cyr et al. (1995)以伏蝇 *Phormia regina* (Meigen)为材料,研究了美国 3 个不同地理种群间生化差异在法医学上的应用。第 1 个实验种群取自 Lyle Grove (Pullman 西南 13 km,属华盛顿州 Whitman 县,海拔 646 m),从 1992 年 9 月初于豪猪尸体上采得卵粒后开始实验。第 2 个种群来自 Tucannon 河 (Dayton 东北 32 km,属华盛顿州 Columbia 县,海拔 1 067 m),从 1992 年 7 月 25 日于靠近该河采得成蝇后开始实验。此两地直线距离超过 60 km。第 3 个种群取自 Rensselaer (Lafayette 以北 64 km,属印第安那州 Jasper 县,海拔 209 m),从 1992 年 9 月 N. H. Haskell 于猪尸体上采得标本后开始实验。

在抽提前,成虫样品一直保存在 -20℃下。然后于室温下,把各 25 头成虫放入重蒸己烷进行抽提。最后,将抽提液上样于色谱-质谱联用仪(GC/MS)。

色谱-质谱联用仪的分析结果需经判别分析,以确定能否用来辨别蝇类的产地和性别。判别分析采用 S-plus 统计分析软件,在 Sun Microsystems 4/280 计算机上 SunOS 4.1.1 (UNIX) 操作系统下进行。

3 个地理种群的表皮烃类组成颇相似,但组成比例却有种群和性别的特异性(表 12-8)。判别分析按产地,性别,产地和性别进行,有关结果可归纳为图 12-4、图 12-5 及图 12-6。

表 12-8 3 个不同地理种群伏蝇 *Phormia regina* (Meigen) 成蝇表皮烃类化合物组分 (Byrne et al. 1995)

峰号	链长	成分	百分含量高度变异的成分	鉴别中意义最大的成分	
				种群间	性别间
1		未知			
2		未知			
3	23.0	正二十三烷			
4	23.3	9,11-甲基二十三烷			
5	23.7	3-甲基二十三烷			
6	24.0	正二十四烷			
7	24.3	12-甲基二十四烷		*	
8	24.5	6-甲基二十四烷		*	
9	24.6	2-甲基二十四烷	*	*	
10	24.8	X,12-二甲基二十四烷			
11	25.0	正二十五烷	*		
12	25.3	11,13-甲基二十五烷	*		
13	25.5	5-甲基二十五烷			

续表 12-8

峰号	链长	成分	百分含量高度变异的成分	鉴别中意义最大的成分	
				种群间	性别间
14	25.7	3-甲基二十五烷			
15	25.9	5,13-二甲基二十五烷		*	
16	26.0	正二十六烷			
17	26.3	13-甲基二十六烷		*	
18	26.6	2-甲基二十六烷			*
19	27.0	正二十七烷	*		
20	27.3	13-甲基二十七烷			
21	27.7	3-甲基二十七烷			
22	28.0	正二十八烷			
23	28.6	2-甲基二十八烷			*
24	29.0	正二十九烷			

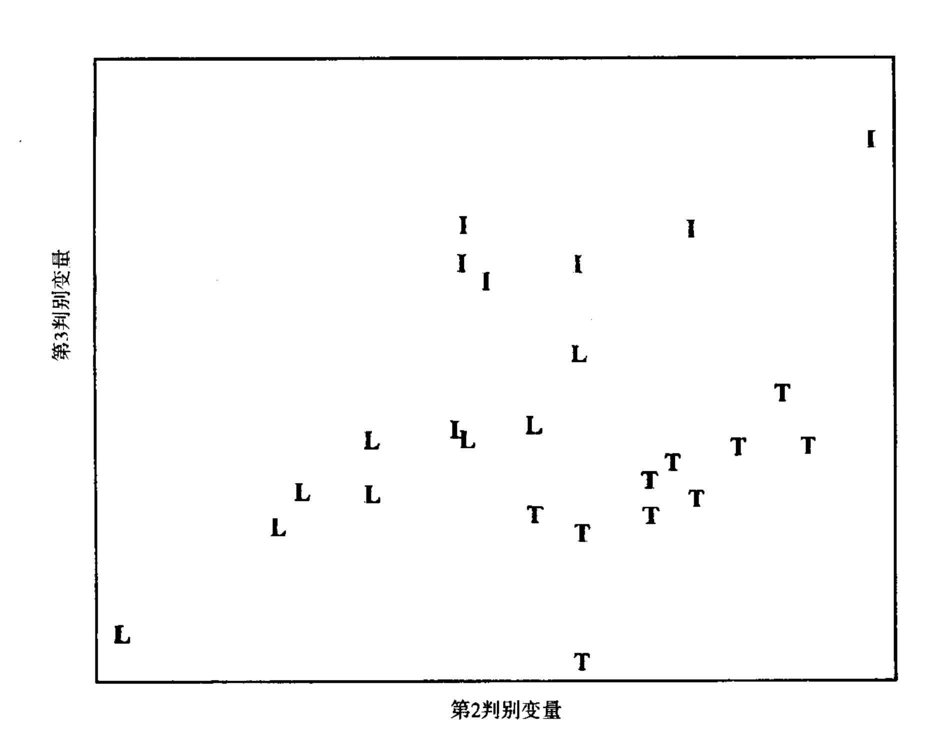


图 12-4 伏蝇 *Phormia regina* (Meigen)成虫表皮烃类化合物判别分析结果之一
(仿 Byrne et al. 1995)
每一字母代表1头蝇,L代表 Lyle Grove, T代表 Tucannon,
I代表印第安那州的 Rensselaer。

通过成虫表皮烃类化合物的辨别分析,显然可以按产地和性别把伏蝇分开。实验结果无论在法医学中辨别尸体有否搬移,还是在种群生态学中研究昆虫的迁飞等方面都有着实

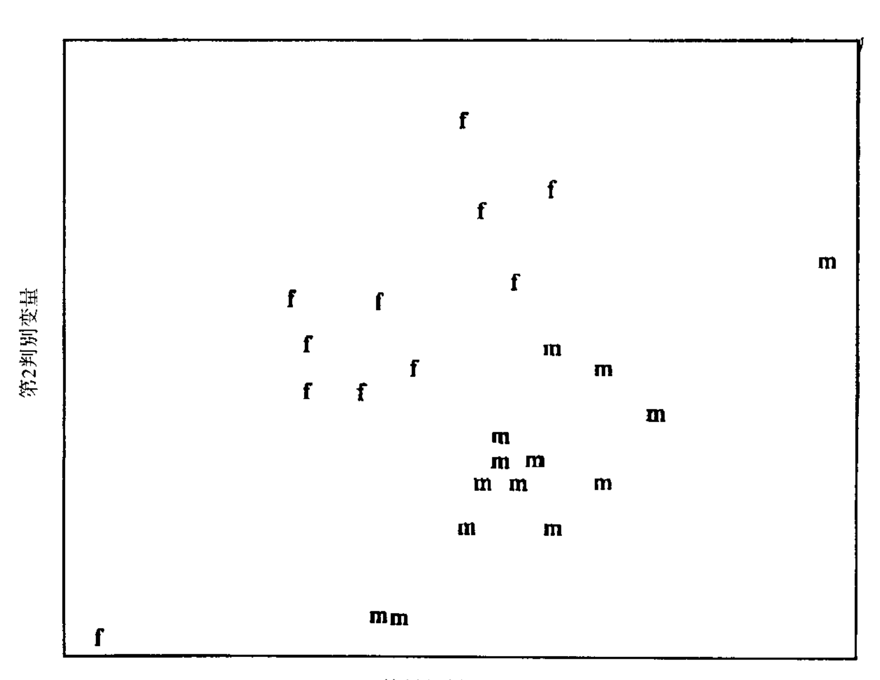


图 12-5 伏蝇 *Phormia regina* (Meigen)成虫表皮烃类化合物判别分析结果之二
(仿 Byrne et al. 1995)
每一字母代表1头蝇,m代表雄性,f代表雌性。

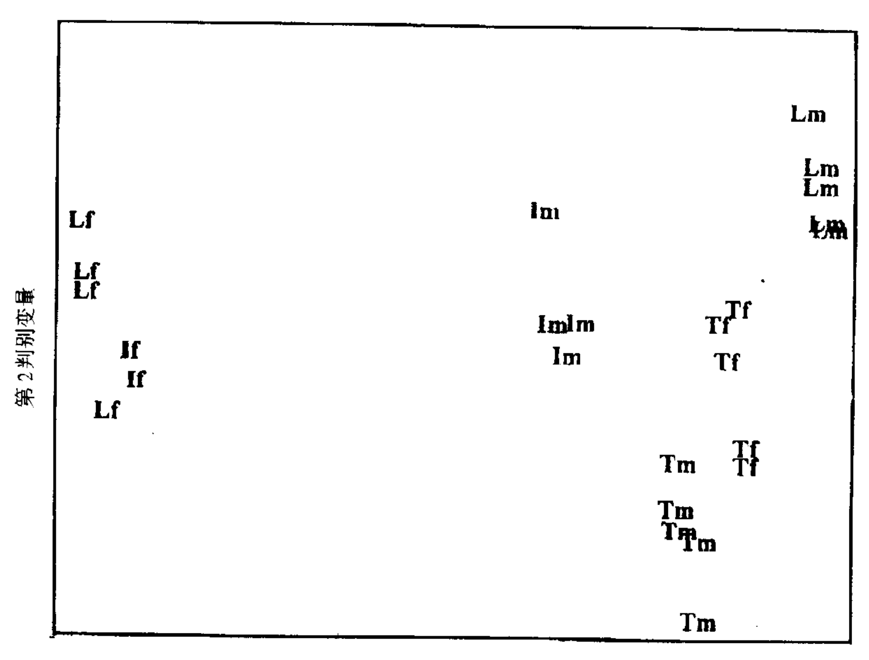


图 12-6 伏蝇 *Phormia regina* (Meigen)成虫表皮烃类化合物判别分析结果之三
(仿 Byrne et al. 1995)
每一头蝇,由2个字母代表,分别指地点和性别,字母含义同图 12-4 和图 12-5。

际的应用价值。

12.1.4 日龄的判断

昆虫日龄的精确判断对于了解昆虫种群年龄结构和准确推测种群时间发生动态是至关重要的，在法医昆虫学中更有其重要性。成虫日龄的确定一般根据下列几种变化：① 根据上颚、翅等的磨损程度；② 根据体壁表皮生长沉积带的变化；③ 根据卵巢和卵滤泡的发育进度；④ 根据头部复眼中蝶啶沉积量的变化。几种方法相比，对双翅目成虫而言，蝶啶沉积量变化检测采用较为普遍，且精度较高。

蝶啶(pteridines)是一类含有嘧啶-吡嗪环结构(pyrimidine-pyrazine ring structure)的杂环化合物。它在微生物、植物和动物中均有存在，在昆虫纲中尤为普遍。

蝶啶在双翅目昆虫中如同棕色眼黄素(brown ommochrome xanthommatin)一样是复眼各小眼的光线屏蔽色素(light screening pigments)，起光线过滤作用。它是嘧啶代谢降解的产物，且作为排泄物的一种储存方式，而沉积于小眼拟晶锥(pseudocone)、晶锥(cone)和小网膜细胞(retinular cell)周围的原色素细胞(primary pigment cell)与次生色素细胞(secondary pigment cells)中。双翅目昆虫中蝶啶的种类因昆虫种类而异，如黄猩猩果蝇 *Drosophila melanogaster* (Meigen)的主要蝶啶为呈红色的果蝇蝶呤(drosopterin)；丽蝇 *Calliphora erythrocephala* (Meigen)、家蝇 *Musca domestica* Linnaeus和铜绿蝇 *Lucilia cuprina* Wiedemann复眼中含有墨蝶呤(sepiapterin)、蝶呤(pterin)和异黄蝶呤(isoxanthopterin)，而缺乏红色的果蝇蝶呤。铜绿蝇复眼中墨蝶呤和蝶呤的含量随蛹日龄或成蝇日龄而变化。对此，Summers & Howells (1980)曾作了研究。蝶啶含量测定时，将25头成蝇头部或蛹体前段，置于0.5 ml的1:1(V/V)氯仿和0.1% NH_4OH混合液中匀浆，尔后以12 000 g离心3 min，取上清液。接着，将50 μl上清液点样于Whatman 3 MM层析纸上，置含有2%巯基乙醇(mercaptoethanol)的正丙醇(npropanol):1% NH_4OH(V/V,2:1)展开剂中层析5 h。同时以黄猩猩果蝇淡墨色品系的纯墨蝶呤作对照。待层析纸干燥后，置紫外灯下根据明亮黄色荧光点，确定墨蝶呤的斑点和对照斑点，以煮沸的3 ml 0.1% NH_4OH洗提斑点中的墨蝶呤。尔后以Varian-635荧光分光光度计于440 nm波长处测定洗提液吸光值，并根据纯化的墨蝶呤吸光值制订标准曲线，再计算样品液中墨蝶呤含量。此外，考察其他蝶啶化合物如蝶呤和异黄蝶呤的迁移率，其中蝶呤在紫外灯照射下呈蓝色斑点，异黄蝶呤呈紫色斑点。

试验结果表明，当分别以新配的含0.2%巯基乙醇的正丙醇:1% NH_4OH(V/V,2:1)、正丁醇:乙酸:水(V/V,4:1:1)和新配的甲醇:正丁醇:苯:水(V/V,2:1:1:1)3种溶剂系统为纸层析展开剂时，铜绿蝇墨蝶呤的迁移率(R_f)各为0.45,0.27和0.39;蝶呤和异黄蝶呤在第1种展开剂中的R_f各为0.38和0.23。27℃下铜绿蝇头部中的墨蝶呤在整个蛹期虽有合成，但含量较低且无明显变化，羽化后含量明显上升，约2 d内达最大值，即6.5 nmol/头(图12-7)。

头部中蝶呤的合成始于化蛹后第2天，此后随日龄增长而上升，羽化后因墨蝶呤大量合成而难以分辨检测出；异黄蝶呤的含量则在整个蛹期变化不明显(表12-9)。3种蝶啶化合物相比，蝶呤含量的变化似能反映蛹日龄的变化。

此后，Mail et al. (1983)应用蝶啶含量测定法推定了蝇科厩螫蝇 *Stomoxys calcitrans* (L.)成虫日龄，其中雌成虫与实际日龄相差±1.90 d，雄成虫相差±1.37 d，精确性远高于Kuzina

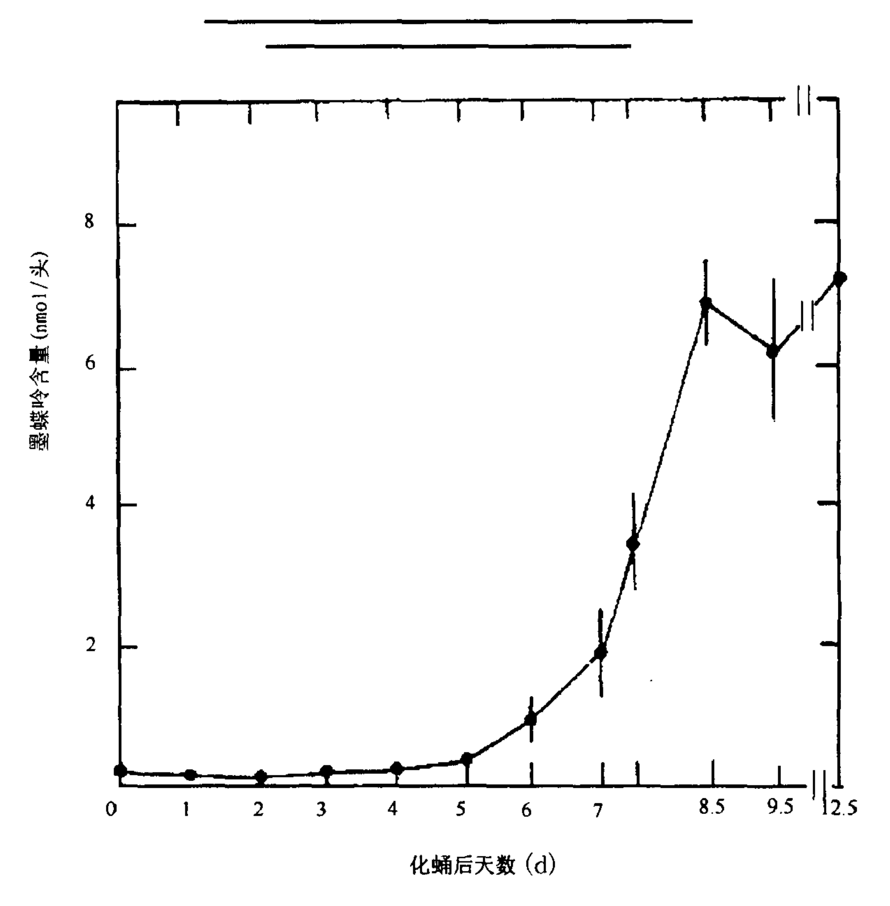


图 12-7　铜绿蝇 *Lucilia cuprina* Wiedemann
蛹期和成虫期头部墨蝶呤含量变化
(仿 Summers et al. 1980)
成虫约在化蛹后第 7 天羽化,图中数据为 $\bar{x}\pm SD$。

(1942)提出的根据卵巢中卵滤泡残留物(follicular relic)推定成蝇日龄的方法。其测定方法和结果如下:

表 12-9　铜绿蝇 *Lucilia cuprina* Wiedemann 蛹期头部蝶呤和异黄蝶呤相对含量的变化　(Summers et al. 1980)

化蛹后天数(d)	蝶呤	异黄蝶呤
0	-	±
1	-	+
2	+	+
3	+ +	+
4	+ +	+
5	+ +	+
6	+ + +	+
刚羽化 *	+ + ?	+

* 羽化后因成蝇中墨蝶呤含量高使得蝶呤难以测准。

蝶啶测定前将成蝇保存于－20℃下。测定时切除头部于 3ml 0.05mol/l Tris-HCl 缓冲液(pH 8.0)中匀浆，匀浆液以6 000 r/min离心 4 min。取上清液立即以 Farrand 或 Perkin-Elmer LS5 型荧光分光光度计测定荧光吸光值，其中激发光波长为 354 nm，发射光波长 445 nm，并以吸光值表示蝶啶含量。测定结果表明，在 27℃和 12 h:12 h(L:D)饲养条件下，该蝇日龄与其头壳中蝶啶总含量间呈明显线性关系，相关系数为 0.9690 (n =36) (图 12－8)。蝶啶沉积总量与成蝇日龄间线性关系不仅因温度变化而不同(表 12－10)，而且蝶啶沉积含量水平也随温度升高而增高(图 12－9)。

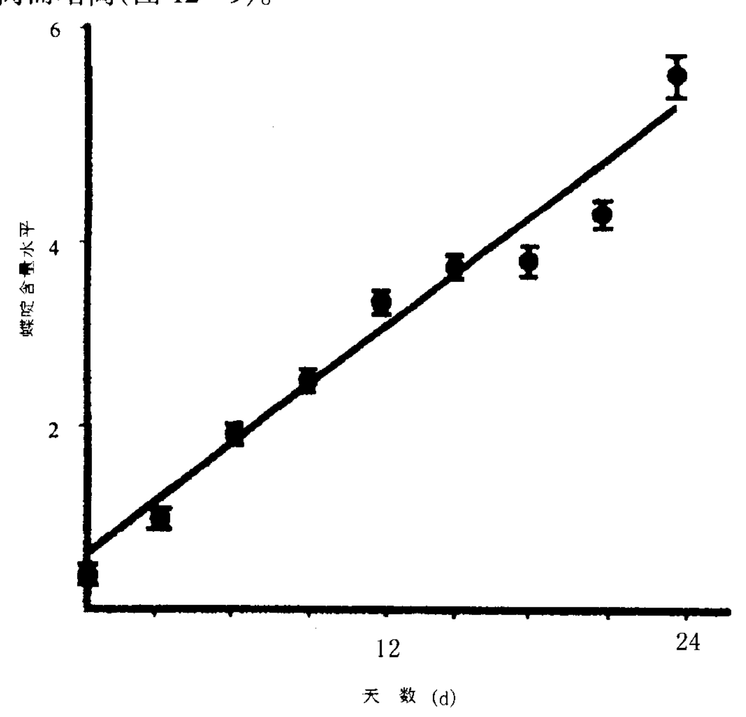


图 12－8　27℃和 12 h:12 h(L:D)饲养条件下厩螫蝇 *Stomoxys calcitrans* (L.) 雌蝇头壳中蝶啶含量与成蝇日龄间线性关系
(仿 Mail et al.　1983)

表 12－10　3 种温度下厩螫蝇 *Stomoxys calcitrans* (L.)成蝇头壳中蝶啶沉积总量(y)与成蝇日龄(x)间线性回归关系　(Mail et al.　1983)

温度(℃)	性别	线性方程	r	n	P
16	♂	$y = 8.193 + 3.356x$	0.9687	35	<0.001
	♀	$y = 9.712 + 3.074x$	0.9496	35	<0.001
22	♂	$y = 11.253 + 6.396x$	0.9663	35	<0.001
	♀	$y = 17.693 + 6.153x$	0.9645	35	<0.001
27	♂	$y = 14.395 + 9.322x$	0.9564	27	<0.001
	♀	$y = 13.456 + 8.936x$	0.9576	35	<0.001

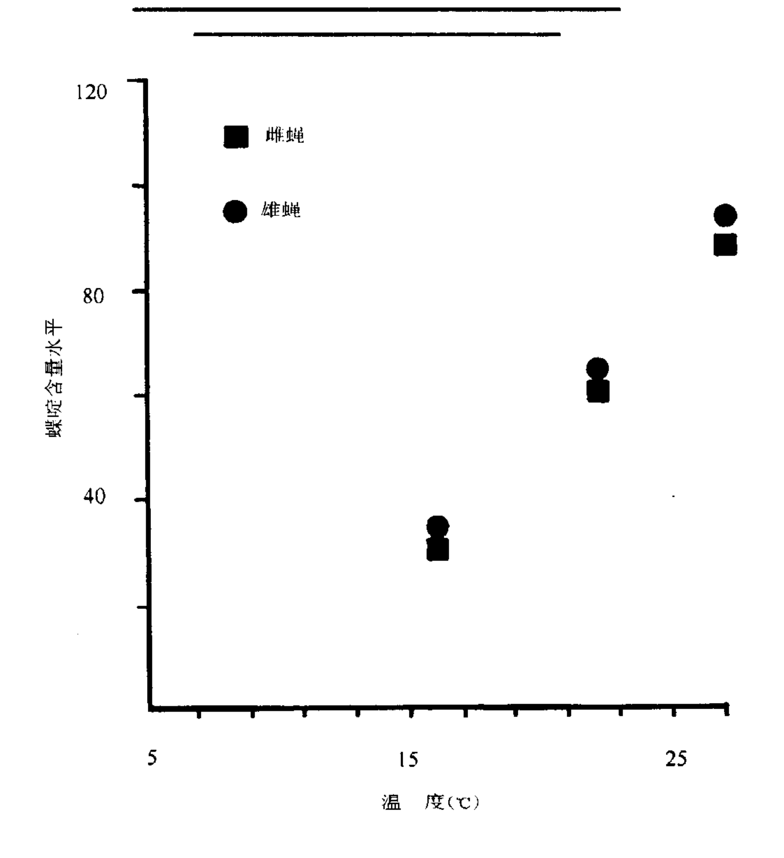


图 12-9 3种温度下厩螫蝇 *Stomoxys calcitrans* (L.)羽化后 10 d
雌雄成蝇头壳中相对羽化初始而增加的蝶啶含量
(仿 Mail et al. 1983)
图中数据由表 12-10 中线性方程式计算而得。

在此基础上,他们假定前提是各温度下线性方程式截距不变,又推导出每天每日度下蝶啶沉积速率(R)的计算公式,即:

$$R=\frac{b_1-b_2}{t_1-t_2},$$

式中 b_1 为温度 t_1(如 27℃)下线性方程式中的斜率;b_2 为温度 t_2(如 16℃)下的斜率。

又在假定 16℃以下蝶啶沉积量与日龄仍呈线性关系的前提下,推导出了蝶啶沉积的起始温度(a)的计算公式,即:

$$a=\frac{t_1-b_1}{R},$$

进而又提出了野外自然变温下某日龄成蝇头壳中蝶啶含量(P)的计算公式,即:

$$P=e+tdR+[b-(t+a)]sdR,$$

式中 e 为羽化当日成蝇头壳中蝶啶平均含量;t 为试验期间气温与蝶啶沉积起始温度(a)间差值的平均值;d 为成蝇羽化后天数;b 为成蝇因阳光照射而获得的体温;s 为试验期间每天阳光照射小时数的平均值(小时数/24);a,R 同前述。就该蝇而言,雌雄成蝇最适体温平均各为 29.4℃和 25.9℃,雌雄成蝇体温比实际气温分别高出 2.29℃和 2.78℃。这样,

d 天雌雄成蝇头壳中蝶啶含量计算公式各为:

$$P_{雌} = e + (2.29 + t)dR + [29.4 - (t + a + 2.29)]sdR;$$
$$P_{雄} = e + (2.78 + t)dR + [25.9 - (t + a + 2.78)]sdR。$$

Mail et al.(1983)将标记的成蝇释放野外,再于 24 d 内定时回捕,其中部分直接测定其蝶啶含量,部分分别置 16,22,27℃恒温下饲养,根据恒温试验结果求得雌蝇: $R = 0.5331$, $a = 10.234$, $e = 13.82$; 雄蝇: $R = 0.5424$, $a = 9.812$, $e = 11.28$。根据当时气象记录每日平均气温和光照时数即可计算 d 天雌雄成蝇头壳中蝶啶含量:

$$P_{雌} = 13.82 + (2.29 + 4.576)(d \times 0.5331) + [29.4 - (4.576 + 10.234 + 2.29)](4.71 \div 24 \times d \times 0.5331);$$
$$P_{雄} = 11.28 + (2.78 + 5.008)(d \times 0.5424) + [25.9 - (5.008 + 9.812 + 2.78)](5.03 \div 24 \times d \times 0.5424)。$$

其中雌虫试验期间平均气温、光照时数和 t 值分别为 14.81℃,4.71 h 和 4.58℃;雄虫分别为 14.82℃,5.03 h 和 5.01℃。当测定得知成蝇头壳中蝶啶含量(P)时,即可求出其日龄,其中 $d_{雌} = \frac{P - 13.82}{4.9469}$; $d_{雄} = \frac{P - 11.28}{5.1679}$。根据这些公式即可推导出蝶啶含量与日龄间的关系,结果如图 12 - 10。从图 12 - 10 中可见预测值与实测值之间无明显差异。

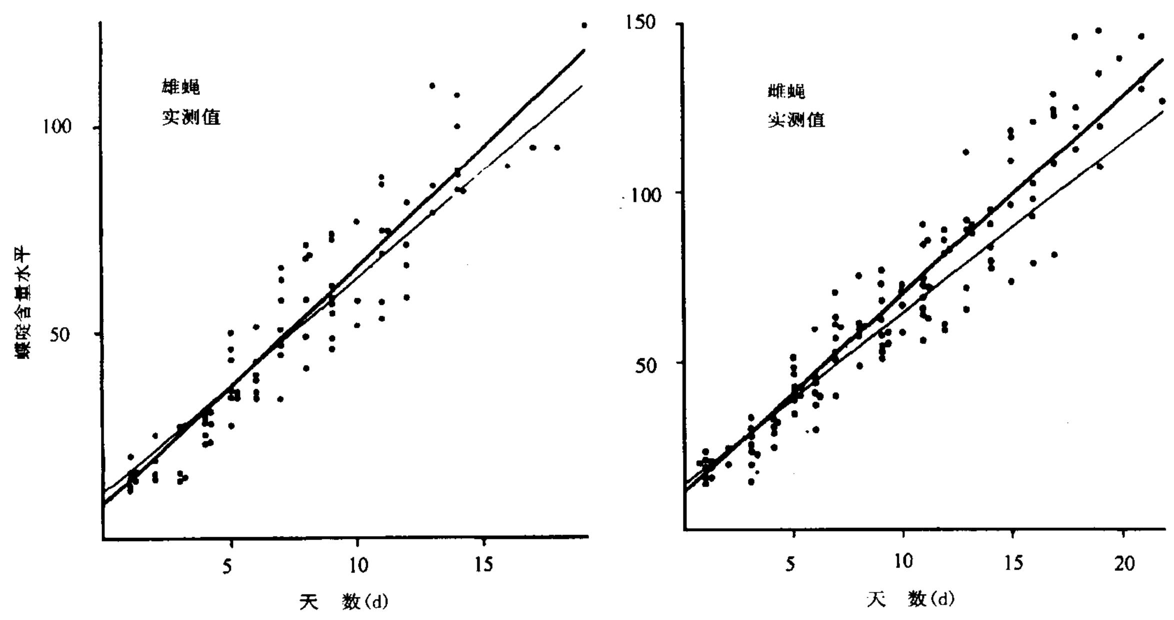


图 12 - 10 野外回捕已知日龄厩螫蝇 *Stomoxys calcitrans* (L.) 雌雄蝇头壳中蝶啶含量与日龄间线性关系(粗线)及由公式推定的预测线(细线)

(仿 Mail et al. 1983)

雌蝇: $y = 9.72 + 5.93x$, $r = 0.9513$, $n = 126$, $P < 0.001$;

雄蝇: $y = 8.37 + 5.73x$, $r = 0.937$, $n = 90$, $P < 0.001$。

在此基础上,Lehane et al. (1986)对 Mail et al. (1983)计算公式中 a, b 值以及蝶啶沉积速率与温度间关系等作了精确估测。他们首先测定了 9.5℃,12.5℃,18.5℃,22℃,27℃,

30℃和33℃下蝶啶沉积总量与日龄间线性关系，再探讨了各线性方程式斜率即蝶啶沉积速率与温度间关系，结果表明，沉积速率与温度间呈正线性关系（图 12-11）。再根据沉积速率与温度间关系的线性回归式算出雌雄蝇的 a 值（蝶啶沉积起始温度）各为 8.76℃和 7.50℃。

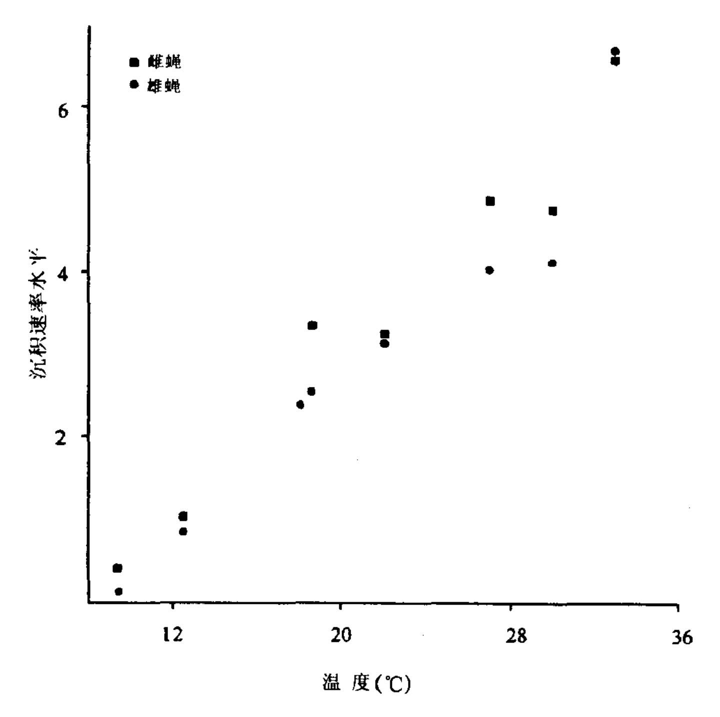


图 12-11 蝶啶沉积速率与温度间关系
（仿 Lehane et al. 1986）
线性回归式 雌蝇：$y = -2.12 + 0.242x$，$r = 0.98$；
雄蝇：$y = -1.82 + 0.244x$，$r = 0.97$。

他们并以配有末端直径为 0.8 mm 的 CAC 003 型皮下热感器（hypodermic thermosensor）的温度仪（Portec k 型，P.1.8013）测定了成蝇体温度化。结果表明，雌雄成蝇个体体温频率分布各集中于 33.5℃和 32.7℃。根据新的 a 和 b 值，重新求出了雌雄体温校正值，各为 1.75℃和 -0.65℃，进而使得推算结果更为精确。

此后，该方法在双翅目成虫日龄确定中得到了越来越多的应用，下面就 3 种法医昆虫的有关研究结果作一介绍。

Wall et al.（1991）对丝光绿蝇 *Lucilia sericata*（Meigen）成蝇日龄与其头壳中蝶啶含量间关系作了分析研究。他们将一定量的头壳加入 2 ml 氯仿/甲醇（V/V，2∶1）混合溶剂中匀浆，再加入 0.1 mol/l NaOH -甘氨酸缓冲液（pH 10.0），并以5 000 r/min离心 3 min。取上清液用 Perkin Elmer LS-3 型荧光分光光度计测定各样品荧光吸光值，其中发射光波长为 450 nm，激发光波长 340 nm，并以吸光值表示蝶啶含量。结果表明，25℃下雌雄成蝇头壳中蝶啶相对含量（y）与日龄（x）间均呈指数函数关系。其指数函数方程各为：$y_{雌} = 36.96x^{0.58}$ （$r^2 = 0.910$）；$y_{雄} = 28.78x^{0.63}$ （$r^2 = 0.945$）。雌雄相比，指数函数曲线的截距（ln a）以雄性明显为低，而斜率（b）则恰相反。成蝇取食饲料的种类对指数函数曲线截距和斜率无明显影响

(表 12－11)。温度试验表明,各恒温下成蝇头壳中蝶啶含量与其日龄间均存在指数曲线关系(表 12－12),其中斜率值反映了蝶啶沉积速率(R)与温度(t)间存在着典型的"S"形曲线关系(图 12－12),两者间关系式可用一元三次方程式加以模拟。其方程式为:

$$R_{雌} = 0.73 - 0.055\,t + 3.0 \times 10^{-3} t^2 - 4.5 \times 10^{-5}\,t^3 \qquad (r^2 = 0.948);$$

$$R_{雄} = 1.93 - 0.239\,t + 0.012\,t^2 - 1.7 \times 10^{-4}\,t^3 \qquad (r^2 = 0.985)。$$

表 12－11 不同饲料条件下丝光绿蝇 *Lucilia sericata* (Meigen) 成蝇头壳中蝶啶含量(y)与其日龄(x)间指数函数曲线方程有关参数的比较 (Wall et al. 1991)

性别	饲料	供测样品数	截距($\ln a$) $\bar{x}$ ±SE	斜率(b) $\bar{x}$ ±SE	r^2
雌	鲜猪肝＋蔗糖	33	3.77±0.05	0.50±0.03	0.906
	蔗糖	33	3.73±0.05	0.53±0.03	0.902
雄	鲜猪肝＋蔗糖	30	3.42±0.06	0.65±0.04	0.904
	蔗糖	38	3.43±0.06	0.63±0.04	0.889

表 12－12 各恒温下丝光绿蝇 *Lucilia sericata* (Meigen) 头壳中蝶啶含量(y)与日龄(x)间指数函数曲线方程的有关参数 (Wall et al. 1991)

温度(℃)	测定样品数	截距($\ln a$) $\bar{x}$ ±SE	斜率(b)	r^2
雌蝇				
15.0	35	3.186±0.049	0.419±0.024	0.897
20.0	41	2.948±0.088	0.454±0.040	0.766
22.5	33	3.776±0.056	0.506±0.033	0.878
27.5	35	3.802±0.051	0.550±0.028	0.917
32.5	34	3.852±0.049	0.567±0.029	0.921
雄蝇				
15.0	37	3.165±0.062	0.414±0.030	0.840
20.0	49	2.902±0.058	0.485±0.027	0.867
22.5	43	3.458±0.066	0.536±0.034	0.856
27.5	38	3.462±0.051	0.668±0.028	0.938
32.5	41	3.454±0.049	0.696±0.026	0.948

另外,成蝇个体大小对蝶啶含量与日龄间指数函数曲线的截距有一定的影响,而对斜率影响不大。成蝇个体大小指数,即第 4、第 5 纵脉间横脉长度(y)与截距(x)呈正相关,雌

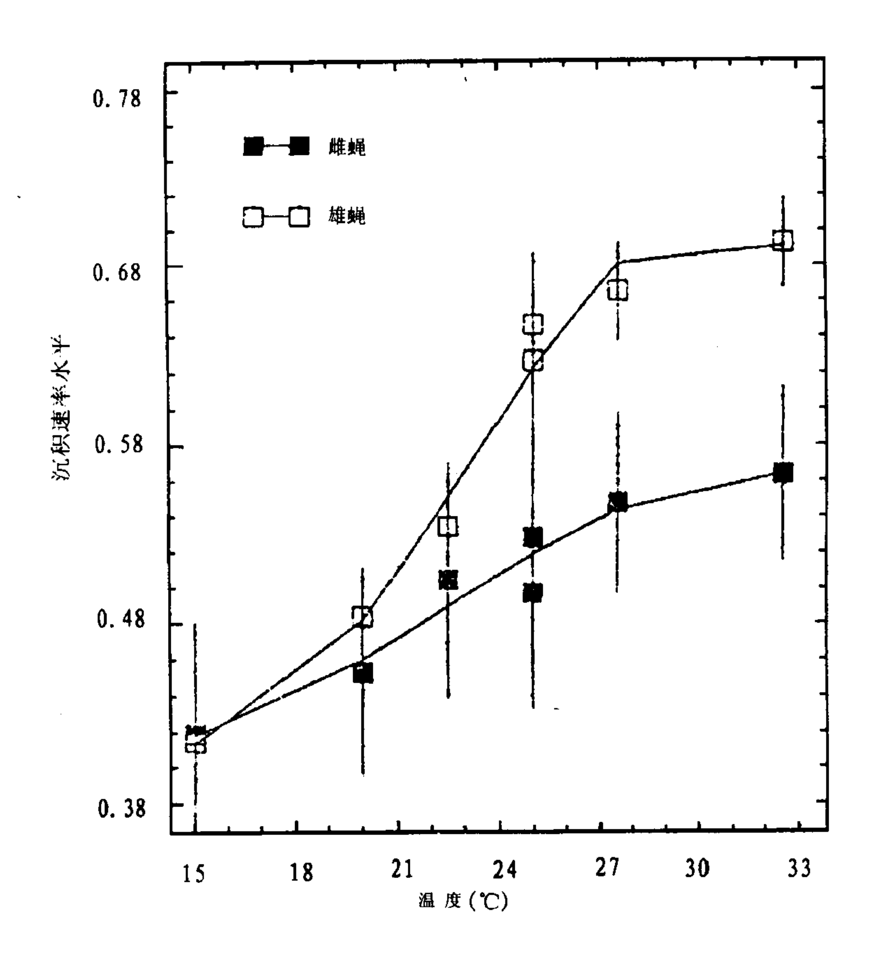


图 12－12　丝光绿蝇 *Lucilia sericata* (Meigen) 头壳中
蝶啶沉积速率与温度间关系
(仿 Wall et al.　1991)

雄蝇关系式各为：$y_{雌} = 0.53 + 2.38x$　($r^2 = 0.961$)；$y_{雄} = 0.24 + 2.64x$　($r^2 = 0.967$)。鉴于上述蝶啶含量与日龄间关系及温度、成蝇个体大小对蝶啶含量的影响，最后，他们提出了下列雌雄成蝇日龄的计算式：

$$雌蝇:\ \ln(日龄) = \frac{\ln(蝶啶含量) - [0.53 + 2.38(个体大小指数)]}{斜率};$$

$$雄蝇:\ \ln(日龄) = \frac{\ln(蝶啶含量) - [0.24 + 2.64(个体大小指数)]}{斜率}。$$

Wall et al. (1990)研究了蛆症金蝇 *Chrysomya bezziana* Villeneuve 雌雄成蝇头壳中蝶啶含量(y)与日龄(x)间关系。结果表明，同样可用指数函数曲线，即 $y = ax^b$ 加以拟合。24℃下成蝇饲料对该曲线的斜率(b)无明显影响，即对蝶啶沉积速率无明显影响。雌雄相比，前者斜率明显小于后者(表 12－13)。

温度间相比，斜率随温度上升而增大(表 12－14)，反映了蝶啶沉积速率(R)随温度上升而加快(图 12－13)，雌雄线性回归式各为：$R_{雌} = -0.07 + 0.017t$；$R_{雄} = -0.12 + 0.022t$。

表 12-13 24℃下蛆症金蝇 *Chrysomya bezziana* Villeneuve 成蝇头壳中蝶啶含量(y)与日龄(x)间指数函数曲线方程的有关参数

(Wall et al. 1990)

性别	饲料	供测样品数	截距(ln a) $\bar{x}\pm$SE	斜率(b) $\bar{x}\pm$SE	r
雌	鲜猪肝+蔗糖	73	3.94±0.037	0.34±0.019	0.90
	蔗糖	110	4.04±0.030	0.33±0.014	0.91
雄	鲜猪肝+蔗糖	100	4.11±0.025	0.41±0.012	0.96
	蔗糖	105	4.11±0.027	0.40±0.013	0.95

表 12-14 各恒温下蛆症金蝇 *Chrysomya bezziana* Villeneuve 成蝇头壳中蝶啶含量(y)与日龄(x)间指数函数曲线方程的有关参数

(Wall et al. 1990)

性别	温度(℃)	测定样品数	截距(ln a) $\bar{x}\pm$SE	斜率(b) $\bar{x}\pm$SE	r
雌	20	61	4.46±0.017	0.27±0.011	0.96
	25	56	4.46±0.018	0.39±0.011	0.98
	30	60	4.48±0.023	0.44±0.014	0.97
雄	20	58	4.46±0.019	0.30±0.012	0.95
	25	56	4.47±0.015	0.43±0.009	0.98
	30	58	4.48±0.017	0.52±0.011	0.99

McIntyre & Godding (1995)研究了17℃和27℃下家蝇 *Musca domestica* Linnaeus 成蝇头壳中蝶啶含量与日龄间关系。结果表明,头壳荧光值(head capsule fluorescence, HCF)(即荧光相对测定值与头壳宽之比)的对数值与日龄对数值间呈线性关系(图12-14)。同时表明,取食的饲料种类对头壳中蝶啶荧光值无明显影响,而性别、温度及头壳大小均有一定的影响。正因为如此,他们建立了头壳中蝶啶含量相对荧光值(relative fluorescence, RF)与各因子间的回归关系,即 log(RF)=0.392×log(日龄)+0.009×(温度)-0.047×(性别)+0.206×(头壳宽)+2.107 ($r^2=0.92$, $P<0.001$),其中雌雄性参数值分别假定为2和1。此外,尚发现成蝇个体羽化前生长发育总历期长短也会影响头壳中的蝶啶含量(图12-15)。

综上所述,依据成蝇头壳中蝶啶含量的变化可以推定成蝇日龄,但蝶啶含量会受性别、温度、个体大小等因子的影响,故实际应用中应予以综合考虑。

此外,值得一提的是丽蝇等幼虫色素、激素、酶等的含量变化亦很值得探讨,它们在日龄区分中可能具有重要的意义。

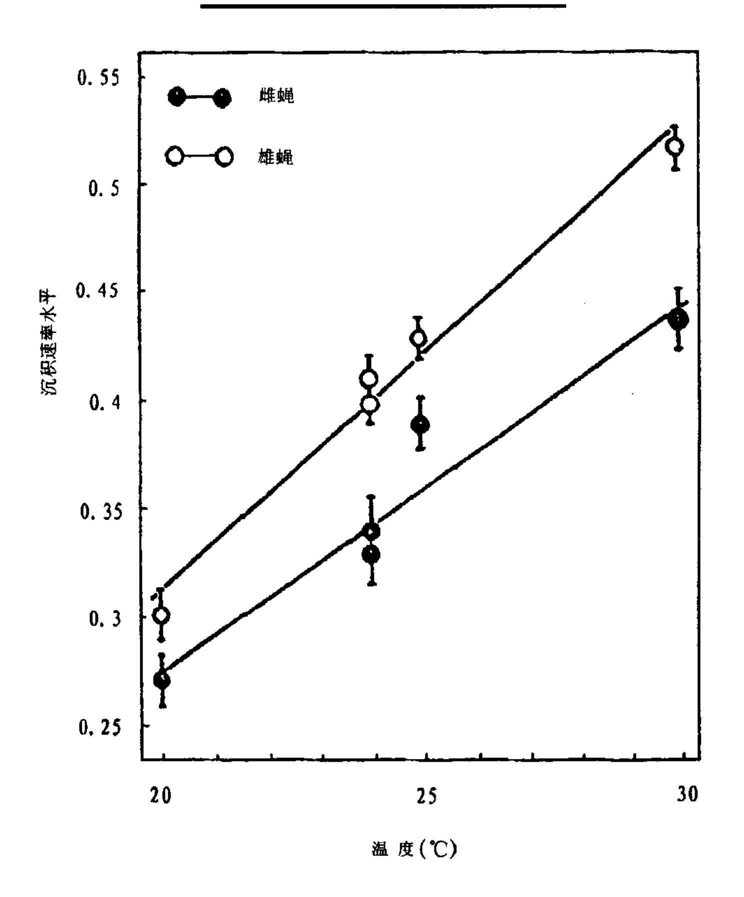


图 12-13 蛆症金蝇 *Chrysomya bezziana* Villeneuve
蝶啶沉积速率与温度间关系
(仿 Wall et al. 1990)

12.2 电子显微技术

自首台电子显微镜于20世纪30年代初问世以来,经过60多年的发展,到90年代商品高性能电子显微镜的点分辨力一般可达到0.3 nm,晶格分辨力一般保证0.14 nm,几乎能分辨所有的原子。在电子显微镜性能不断完善和种类不断增多的同时,与其相应的各种样品的制备与应用技术也有了日新月异的发展。到目前为止,在法医昆虫学中应用最多的当推扫描电子显微镜(scanning electron microscope, SEM)和透射电子显微镜(transmission electron microscope, TEM)。

12.2.1 扫描电子显微镜

美国伊利诺斯大学 Greenberg & Szyska (1984)对秘鲁15种丽蝇的幼虫形态和生物学进行了较详尽的研究。他们以鱼和肝作为诱饵捕得怀卵雌蝇后,各种丽蝇均以同一雌性的后代从卵至成虫进行饲养比较。种类包括:*Chrysomya chloropyga putoria* (Wiedemann), *Compsomyiops boliviana* (Mello), *Compsomyiops verena* (Mello), *Hemilucilia flavifaces* (Engel), *Hemilu-*

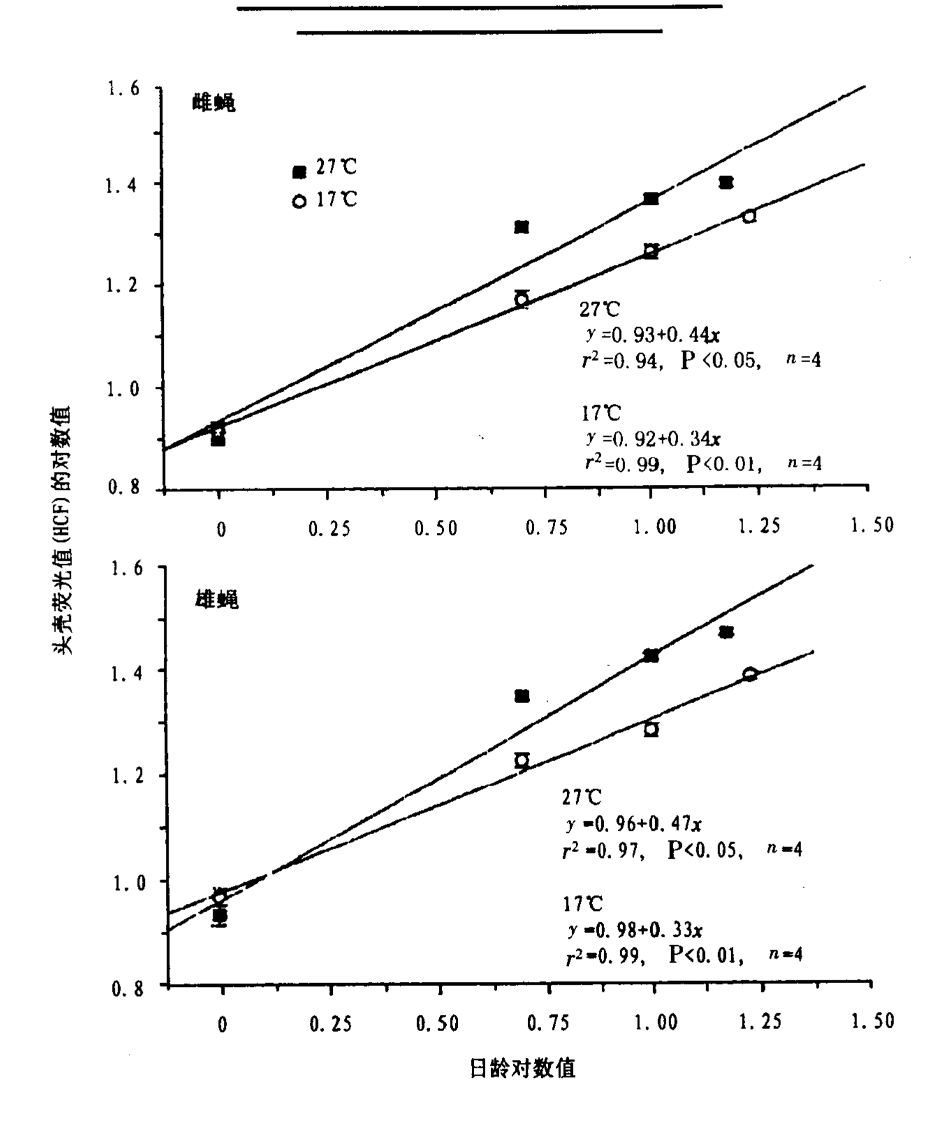


图 12-14 17℃和27℃下家蝇 *Musca domestica* Linnaeus
头壳中蝶啶荧光值与日龄的关系
(仿 McIntyre et al. 1995)

cilia hermanlenti (Mello), *Paralucilia fulvinota* (Bigot), *Calliphora peruviana* (Robineau-Desvoidy), *Phaenicia ibis* (Shannon), *Sarconesia chlorogaster* (Wiedemann), *Sarconesia magellanica* (Macquart), *Sarconesia splendida* (Townsend), *Sarconesia versicolor* (Bigot), *Cochliomyic macellaria* (F.), *Phaenicia cuprina* (Wiedemann)(即铜绿蝇 *Lucilia cuprina*)以及 *Phaenicia eximia* (Wiedemann)。具体内容包括:1龄、2龄、3龄幼虫,围蛹以及卵气盾描述;发育速率;演替和昼夜活动以及秘鲁已知3龄幼虫检索表。由于采用扫描电镜对以上各种丽蝇的卵和蛹进行了观察,故包含有卵气盾、蛹前后端以及第5节腹侧的大量扫描照片。指出:金蝇亚科 Chrysomyinae 和丽蝇亚科 Calliphorinae 卵壳表面网状构造有明显差别。金蝇亚科卵壳表面垂柱顶端似钉状,不连成网。而丽蝇亚科则较复杂,垂柱顶端张开似吸盘状,顶端细孔无疑增多了空气通向内部的通道。

Liu & Greenberg (1989)采用 DS130 扫描电镜(国际科学仪器公司,Milpitas,美国加利福尼亚州)对一批具有法医学重要性的蝇类的幼期特征进行了描述。描述包括卵、各龄幼虫及蛹

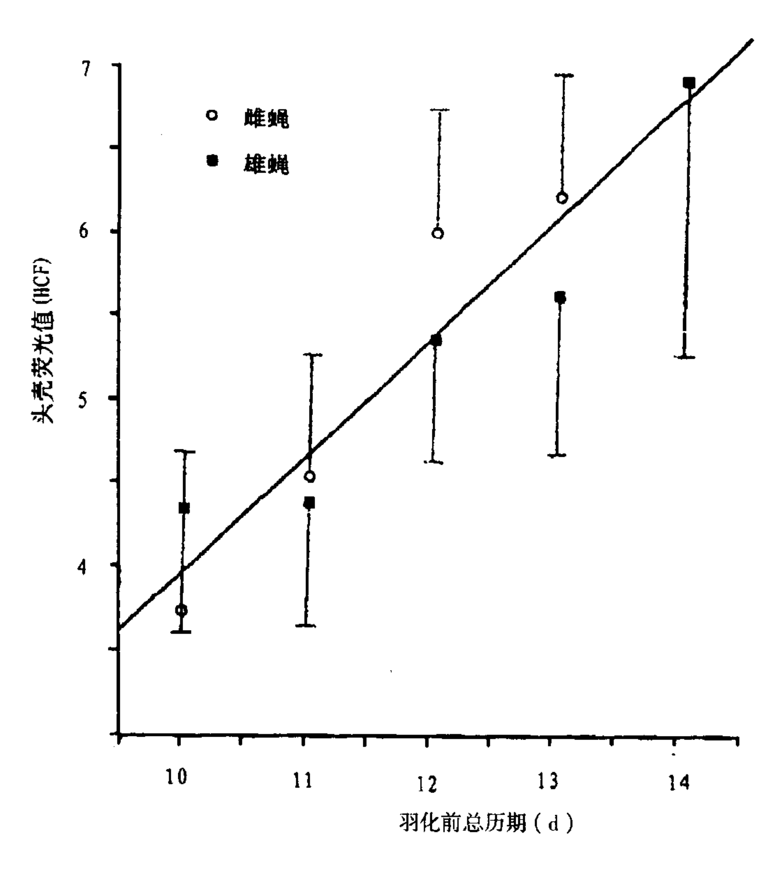


图 12-15　27℃下家蝇 *Musca domestica* Linnaeus 头壳中蝶啶荧光值(HCF)与成蝇羽化前生长发育历期的关系
(仿 McIntyre et al. 1995)
图中标尺为标准误(SE)。

的有下列 12 种:蛆症异蚤蝇 *Megaselia scalaris* (Loew)、酪蝇 *Piophila casei* (L.)、肖腐蝇 *Muscina assimilis* (Fallén)、厩腐蝇 *Muscina stabulans* (Fallén)、*Chrysomya rufifacies* (Macquart)、*Cochliomyia macellaria* (F.)、伏蝇 *Phormia regina* (Meigen)、红头丽蝇 *Calliphora vicina* (Robineau-Desvoidy)、*Calliphora livida* Hall、*Phaenicia sericata* (Meigen)(即丝光绿蝇 *Lucilia sericata*)、*Phaenicia coeruleiviridis* (Macquart)和 *Phaenicia illustris* (Meigen)(即亮绿蝇 *Lucilia illustris*)。描述限于某些幼期的有下列 5 种: *Chrysomya chlorophyga putoria* (Wiedemann), *Calliphora peruviana* (Robineau-Desvoidy), *Phaenicia cuprina* (Wiedemann)(即铜绿蝇 *Lucilia cuprina*), *Phaenicia eximia* (Wiedemann)和 *Phaenicia ibis* (Shannon)。最后,并提出了卵、1 龄、2 龄、3 龄幼虫及蛹的分种检索表。

Greenberg & Singh (1995)通过同样是 DS130 的扫描电镜,对 11 种具法医学重要性的丽蝇的卵作了较详尽的观察、描述及研究。种类包括: *Chrysomya rufifacies* (Macquart)、*Chrysomya albiceps* (Wiedemann)、*Chrysomya chloropyga* (Wiedemann)、*Cochliomyia macellaria* (F.)、伏蝇 *Phormia regina* (Meigen)、新陆原伏蝇 *Protophormia terraenovae* (Robineau-Desvoidy)、红头丽蝇 *Calliphora vicina* (Robineau-Desvoidy)、反吐丽蝇 *Calliphora vomitoria* (L.)、*Phaenicia sericata* (Meigen)(即丝光绿蝇 *Lucilia sericata*)、*Phaenicia coeruleiviridis* (Macquart)和 *Phaenicia*

illustris (Meigen)(即亮绿蝇 *Lucilia illustris*)。

研究显示,鉴定可因数方面的原因而产生混淆:① 同一种在种群之内和种群之间可有变异;② 某些同属种类很相似;③ 不同属的某些种间亦很相似。

例如:取自英国和美洲大陆的 *Phaenicia sericata* (即丝光绿蝇)卵的前中区(anterior median area)明显具"λ"形,而南非和日本的标本则是"U"形;北美和英国的材料,在中区(median area)的宽度方面也有明显差异。在 *Chrysomya chloropyga* ,非洲标本的"λ"双臂显然较南美的为短。说明同种不同种群间的卵可有特征差异。而同一种群之内,即使标本采用同样方法制作,也可以有变异,例如:伏蝇 *Phormia regina* 的"λ"双臂长度在个体间有不规则的变化。

在 *Phaenicia sericata* (即丝光绿蝇)、*P. illustris* (即亮绿蝇)、*P. cuprina* (即铜绿蝇)和 *P. coerulcivirides* 间, *Chrysomya rufifacies* 、*C. albiceps* 和 *C. chloropyga* 间,以及红头丽蝇 *Calliphora vicina* 和反吐丽蝇 *C. vomitoria* 间,卵的区分困难。相反,某些同属种类的卵则容易区分。例如在 *Chrysomya bezziana* Villeneuve,中区的臂彻底环绕卵孔颈(micropylar collar),上述金蝇属 *Chrysomya* 各种和 *C. saffranea* (Bigot)(Spradberg 1991)则都非如此。又如 *Cochliomyia hominivorax* (Coquerel)的卵,中区的臂同样完全地环绕着卵孔颈,因此,与 *C. macellaria* 很容易区分。

某些不同属而同域的种类,它们的卵很相似。例如 *Chrysomya rufifacies* 和 *Cochliomyia macellaria* 或伏蝇 *Phormia regina* 和 *Phaenicia* spp .之间就是如此,这使得问题更加复杂。

他们的结论是,仅仅根据丽蝇的卵来做种的鉴定,一定要慎重。要注意生物学特性、地点、气候、季节及天气。

考虑到各地种群在卵的显微、超微形态方面可能有差异,有必要对我国重要种类的各地区代表性种群作系统比较观察。

在国内,景涛(1985)以反吐丽蝇 *Calliphora vomitoria* (L.)、巨尾阿丽蝇 *Aldrichina grahami* (Aldrich)、红头丽蝇 *Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy、叉丽蝇 *Triceratopyga calliphoroides* Rohdendorf、大头金蝇 *Chrysomya megacephala* (Fabricius)、广额金蝇 *Chrysomya phaonis* (Seguy)及伏蝇 *Phormia regina* (Meigen)等 7 种丽蝇科 1 龄、2 龄幼虫为材料,以光学显微镜为主,同时通过日立 JSM-35C 扫描电镜对部分结构作了观察、描述,最后编制了分种检索表。

张文忠和薛瑞德(1986)同样采用 JSM-35C 扫描电镜,观察了棕尾别麻蝇 *Boettcherisca peregrina* (Robineau-Desvoidy)、酱亚麻蝇 *Parasarcophaga dux* (Thomson)、白头亚麻蝇 *Parasarcophaga albiceps* (Meigen)及急钩亚麻蝇 *Parasarcophaga portschinskyi* Rohdendorf 等 4 种麻蝇的 1 龄和 2 龄幼虫。指出 1 龄可依据体棘的形状、数量、分布与排列进行鉴别,2 龄依据前气门、体瘤、体棘和后突起等进行鉴别。

赵斌和张文忠(1984)则采用光学显微镜和扫描电子显微镜(JSM-35C)研究了我国 13 种蝇蛹的呼吸角(respiratory horn)形态。发现粪种蝇 *Adia cinerella* (Fallén)、白头亚麻蝇 *Parasarcophaga albiceps* (Meigen)、棕尾别麻蝇 *Boettcherisca peregrina* (Robineau-Desvoidy)、急钩亚麻蝇 *Parasarcophaga portschinskyi* Rohdendorf、红尾拉麻蝇 *Ravinia striata* (Fabricius)等 5 种蛹背面第 5 节(即原 3 龄幼虫第 1 腹节)后缘无 1 对呼吸角,而大头金蝇 *Chrysomya megacephala* (Fabricius)、红头丽蝇 *Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy、厩腐蝇 *Muscina stabulans* (Fallén)、家蝇 *Musca domestica* Linnaeus、伏蝇 *Phormia regina* (Meigen)、丝光绿蝇 *Lucilia sericata*

(Meigen)、叉丽蝇 *Triceratopyga calliphoroides* Rohd. 和斑蹠黑蝇 *Ophyra chalcogaster* (Wiedemann)等 8 种蛹背面第 5 节后缘均有 1 对呼吸角。各种呼吸角形态、蛹宽/角长的平均数 $\bar{x}$、标准差 SD、标准误 SE 及 99%可信区间如表 12-15 所示。

表 12-15 几种蝇蛹呼吸角的形态及角参数值 (赵 斌等 1984)

蝇 种	观察数	呼吸角形态	$\bar{x}$	SD	SE	$\bar{x} \pm t_{0.01}(n')$ SE
大头金蝇 *Chrysomya megacephala*	40	圆锥形,粗壮,顶端钝圆且向前略弯	38.99	2.53	0.40	37.91~40.07
红头丽蝇 *Calliphora vicina*	40	圆柱形,顶端稍钝圆,角自中部向前弯曲	36.21	1.29	0.20	35.67~36.76
厩腐蝇 *Muscina stabulans*	40	圆柱形,细长,自基部起角向前上方明显倾斜	35.50	2.87	0.45	34.28~36.72
家蝇 *Musca domestica*	40	圆柱形,细长,自基部起略向前弯曲	29.94	1.75	0.28	29.18~30.70
伏蝇 *Phormia regina*	40	圆柱形,亚端部略细,端部膨大	29.88	1.48	0.23	29.26~30.50
丝光绿蝇 *Lucilia sericata*	40	圆锥形,基部宽,端部尖细且向前弯曲	26.71	2.57	0.41	25.60~27.82
叉丽蝇 *Triceratopyga calliphoroides*	40	圆柱形,缓慢向前弯曲,顶端圆钝	24.56	1.04	0.16	24.13~24.99
斑蹠黑蝇 *Ophyra chalcogaster*	12	圆柱形,壮而长,顶端钝圆,角基段直,顶端2/3向前外方重度弯曲	9.46	0.48	0.14	9.03~9.89

呼吸角一般为圆柱形或圆锥形,常不同程度地向前弯曲,角基宽 40~100 μm,角长 30~350 μm。呼吸角端部散生多个中空的沙丘状隆起,隆起顶部有 1 条长 4~8 μm,宽 1~4 μm 的裂隙。横切后可见呼吸角中空,内壁为不规则的网络状结构,角腔借沙丘状隆起顶部的裂隙与外界相通,呼吸角可能是蝇类蛹期主要或惟一的呼吸器官。此角一般出现在蛹期开始后 12~24 h 内,最初呈外突的小乳头状,随着蛹壳皱缩而很快外伸形成。幼虫期与前蛹期均无呼吸角。同种蝇蛹的呼吸角无明显的性别差异。种之内个体间虽可有差异,但变异范围一般不大。得出初步结论认为:在对蝇蛹进行种间分类时,除了参考 3 龄幼虫的综合特征外,可以将呼吸角参数值(蛹宽/角长)作为分类的一项重要指标。但应指出的是:在具有呼吸角的种内,也可见到呼吸角缺如的个体,约占总数的 1%~3%,可能与幼虫期发育不良或化蛹场所不适宜有关,这样的蝇蛹约有半数不能羽化。

12.2.2 透射电子显微镜

马玉堃(1996)采用透射电镜(JEM-1200EX)研究了巨尾阿丽蝇 *Aldrichina grahami*

(Aldrich)幼虫表皮几丁质片层的数量、厚度和沉积速率。1龄幼虫的表皮几丁质片层最多为8层;2龄幼虫11层;3龄幼虫因温度而异,15℃,20℃,25℃和30℃下,分别为69,77,92和81层(表12-16)。新分泌片层明显厚于老片层,片层平均厚度随生长时间而逐渐增加,达到最大值后再逐渐变薄;温度不同,片层平均厚度不同,达到最大值所需时间亦不同(表12-17)。片层沉积速率(层/h)亦因温度而明显不同,沉积速率与生长时间不呈线性相关(表12-16)。

表12-16 巨尾阿丽蝇 *Aldrichina grahami* (Aldrich) 3龄幼虫表皮几丁质片层数和沉积速率 (杭州 1996)

温度(℃)	时间(h)	片层数	沉积速率(层/h)	平均沉积速率(层/h)
15	84	2		0.47
	120	14	0.33	
	156	39	0.69	
	192	65	0.72	
	228	69	0.11	
20	48	3		0.69
	84	35	0.89	
	120	56	0.58	
	156	77	0.58	
25	48	26		0.92
	84	74	1.33	
	120	92	0.50	
30	84	54		0.25
	120	65	0.31	
	156	76	0.31	
	192	81	0.14	

自从Neville (1963)首次发现沙漠蝗 *Schistocerca gregaria* Forskål成虫表皮几丁质层具有日节律变化的规律以来,通过日生长结构来估计昆虫日龄已逐渐成为一种有效的方法。迄今为止,已查明8目40余种昆虫其表皮具有日生长结构,但所有这些都只在成虫中发现(Neville 1983)。如今,在巨尾阿丽蝇幼虫中也证实存在着类似情况,初步说明可以利用蝇类幼虫表皮几丁质片层变化来判断蝇蛆日龄,不过这种推断必须参照温度因子才能进行。

这方面若能广泛深入地开展研究,建立起数学模型,在法医昆虫学中将具有颇为重要的意义。

表 12-17 巨尾阿丽蝇 *Aldrichina grahami* (Aldrich) 幼虫表皮几丁质片层厚度 (杭州 1996)

温度(℃)	时间(h)	内表皮厚度(μm)	几丁质片层平均厚度(μm)
15	12	1.15±0.15	0.19
	48	1.30±0.09	0.43
	84	0.89±0.48	0.45
	120	11.98±2.25	0.86
	156	50.89±5.67	1.30
	192	48.16±3.76	0.74
	228	59.42±12.71	0.86
20	12	2.57±0.43	0.32
	48	2.21±0.22	0.74
	84	40.75±4.43	1.16
	120	63.02±3.61	1.13
	156	85.97±9.05	1.12
25	12	1.88±0.40	0.47
	48	24.24±1.81	0.93
	84	78.83±5.22	1.07
	120	55.63±9.72	0.60
30	12	1.77±0.15	0.22
	48	8.48±2.15	0.77
	84	34.69±2.55	0.64
	120	51.25±1.77	0.79
	156	81.32±8.48	1.07
	192	57.08±14.91	0.70

12.3 电子计算机技术

电子计算机(computer)是一种能自动、高速地进行大量计算的现代化电子机器。计算机又被称为“电脑”,在很大程度上,它是人们对自身智能的开拓和补充。作为20世纪科学技

术的卓越成就之一,电子计算机已被广泛地应用于科学技术、国防和工农业生产的各个领域。目前,我们的学习、工作和生活各方面都已离不开计算机。对于法医昆虫学工作者来说,不仅信息交流、文献收集、资料储存、数据统计、文字处理等等需要计算机,大型仪器设备中包含有计算机,而且专门的软件亦早已出现,而今后还将更多。

12.3.1 Williams 丽蝇孵化时间推断程序

通常都根据周围的环境温度,且往往是采取一个温度来覆盖整个有关阶段,用来推算尸体上蝇类幼虫的生长发育时间,而由于以下原因常常导致颇大的误差。首先,周围环境温度不能很好地代表尸体内温度。例如,当绵羊尸体内温度达到 45~49℃时,当时的周围环境温度却只有 18℃(Waterhouse　1947)。这主要是由于蝇类幼虫取食、代谢,产生了热量;较小部分是由于细菌的分解,而蝇蛆活动又促进了细菌的分解。所以只有当尸体内蝇蛆不多,一堆蝇蛆内仅只少数几头时,或尸体很小时才能直接采用周围环境温度。第 2 个原因是幼虫生长的不同阶段,生长速率差异明显,而对温度的影响也不尽相同。对早期在尸体表面取食时估计大体正确的温度,到了幼虫生长最快的 3 龄初阶段,假使仍然采用该温度就不一定正确了(Levot et al.　1979)。很可能会过长地估算了历期,从而过长地估算了死后间隔时间。根据 Waterhouse(1947)的材料,铜绿蝇 *Lucilia cuprina* 幼虫从孵化到取样,根据周围环境温度估计历时 192 h,可实际上只有 72 h。

澳大利亚 Tasmania 大学 H. Williams(1984)在恒温 10℃,15℃,20℃,25℃,30℃,35℃,40℃和 45℃下,饲养红头丽蝇 *Calliphora vicina*, *Calliphora hilli*, *Calliphora stygia* 和铜绿蝇 *Lucilia cuprina* 。10℃下饲养的,每 48 h 取样 1 次;在 15℃,20℃,25℃和 30℃下饲养的,每 24 h 取样 1 次;35℃,40℃和 45℃下饲养的,每 12 h 取样 1 次。取样后立即使之干燥,然后分别在微量天平上称重,求得平均虫重。当平均虫重开始下降,也即幼虫离开基质准备化蛹时,停止取样。据此,采用 Logistic 曲线对幼虫生长情况进行拟合,拟合结果良好。

以此为基础,H. Williams 用 FORTRAN Ⅳ编写了可在大多数计算机系统上运用的 2 个程序。一是用于计算 Logistic 参数,另一用于估算孵化时间。这既较简便又可以减少上述误差,加上卵期材料等即可推断死后间隔时间。

有关模型的依据是:恒温下丽蝇幼虫生长符合 Logistic 曲线。即:

$$W_t = \frac{a/b}{1 + e^{(c - at)}}, \tag{12.1}$$

式中　W_t 指时间 t 时的幼虫干重;a, b, c 均是 Logistic 常数。

由于 W 是已知变量,故可通过下式求出 t:

$$t_{wy} = \frac{c_y - \left[\ln\left(1 + \frac{a_y/b_y}{W_s}\right)\right]}{a_y}, \tag{12.2}$$

式中　t_{wy} 指在恒温 y 之下,达到重量为 W_s 的时间;W_s 为样虫重量;a_y, b_y 和 c_y 代表温度为 y 时的 Logistic 常数。

解下式可得出某时间段开始时的幼虫重量:

$$W(t-x)=\frac{a_Y/b_Y}{1+e^{[c_Y-a_Y(t_{wY}-x)]}},\tag{12.3}$$

式中 x 指时间段的长度。

累计各有关时间段的长度即可求出孵化时间：

$$t_e=\sum_{W_0}^{W_{sn}}x\tag{12.4}$$

式中 t_e指孵化至取样的时间；W_{sn}代表取样时幼虫重量；W_0代表卵重。

丽蝇孵化时间推算流程如图 12 - 16。

Logistic 生长曲线能较好地拟合丽蝇科许多种类的生长情况，例如铜绿蝇 *Lucilia cuprina*，亮绿蝇 *Lucilia illustris*，丝光绿蝇 *Lucilia sericata*，红头丽蝇 *Calliphora vicina*，*Calliphora hilli*，*Calliphora augur*，*Calliphora nociva*，*Calliphora stygia*，大头金蝇 *Chrysomya megacephala*，*Chrysomya albiceps*，*Chrysomya chloropyga*，*Chrysomya marginslis*，*Chrysomya rufifacies*，*Chrysomya varipes*，肥须亚麻蝇 *Parasarcophaga crassipalpis*（Hanski 1977，Levot et al. 1979，Ullyett 1950，等等）。因此，有理由相信 Logistic 曲线会适合其他丽蝇幼虫。

Williams 在发表该文前曾在 2 个案例中实际应用该模型，结果与法医病理学方法的结论相符，或提供了一般方法无法确定的死后间隔时间下限。

一案例中尸体发现于 1982 年 11 月 29 日 22:15，死者最后露面是在 11 月 19 日 20:30。尸体发现时，大部分浸于流水中。从头部取样获得的幼虫经鉴定为 *Calliphora hilli* 和 *Calliphora stygia*，幼虫的平均干重分别为 15.11 mg 和 4.52 mg。因为尸体几乎全部浸于水中，所以认为水温基本上左右了尸体温度，从而影响了蝇类的生长发育。按平均温度 15℃计算，两者的孵化时间分别是取样前 48 ~ 72 h 和 96 h。因此推断蝇类产卵至少是在 11 月 25 日。法医病理学家报告称死亡原因为溺水死亡，根据腐败状况，推断时间至少在几天以前。

另一案例中尸体发现于 1982 年 8 月 29 日，死者最后露面时间不详。尸体是在死者家中发现的，幼虫从口中取样，经鉴定全是红头丽蝇 *Calliphora vicina*，平均干重为 24.71 mg，影响幼虫生长发育的温度大约是在 15 ~ 20℃间（夜间和白天）。按此温度推断幼虫孵化已 8 d，加上卵期 12 h，因此认为蝇类产卵大约是在 8.5 d 以前。法医病理学家根据尸体腐败程度和尸僵消失，推断死亡在 7 ~ 8 d 前。

当采用 Williams 程序时，关键是尸体内温度的确定。如果温度是准确的，孵化时间的估算也就准确。可惜尸体内温度与蝇蛆滋生情况、物种组成、尸体位置等关系的资料还不够多，有待进一步积累。此外，采用该程序时还应注意以下几点：① 当尸体上蝇蛆密度过高时，会影响幼虫生长，体长和体重会下降。② 通常都假定取样幼虫来自死后不久即产于尸体上的卵粒，但实际上，从死亡到蝇类产卵这段时间的长短是可以有变化的（O'Flynn & Moorhouse 1979）。气温若低于蝇类飞行临界温度，即可使蝇类一时无法到达尸体。③ 在首批蝇类幼虫生长后，只要还存在合适的生态位，接着还可以有第 2 批甚至多批幼虫生长。所有这些问题该程序是无法处理的，要靠法医昆虫学家对其进行校正。

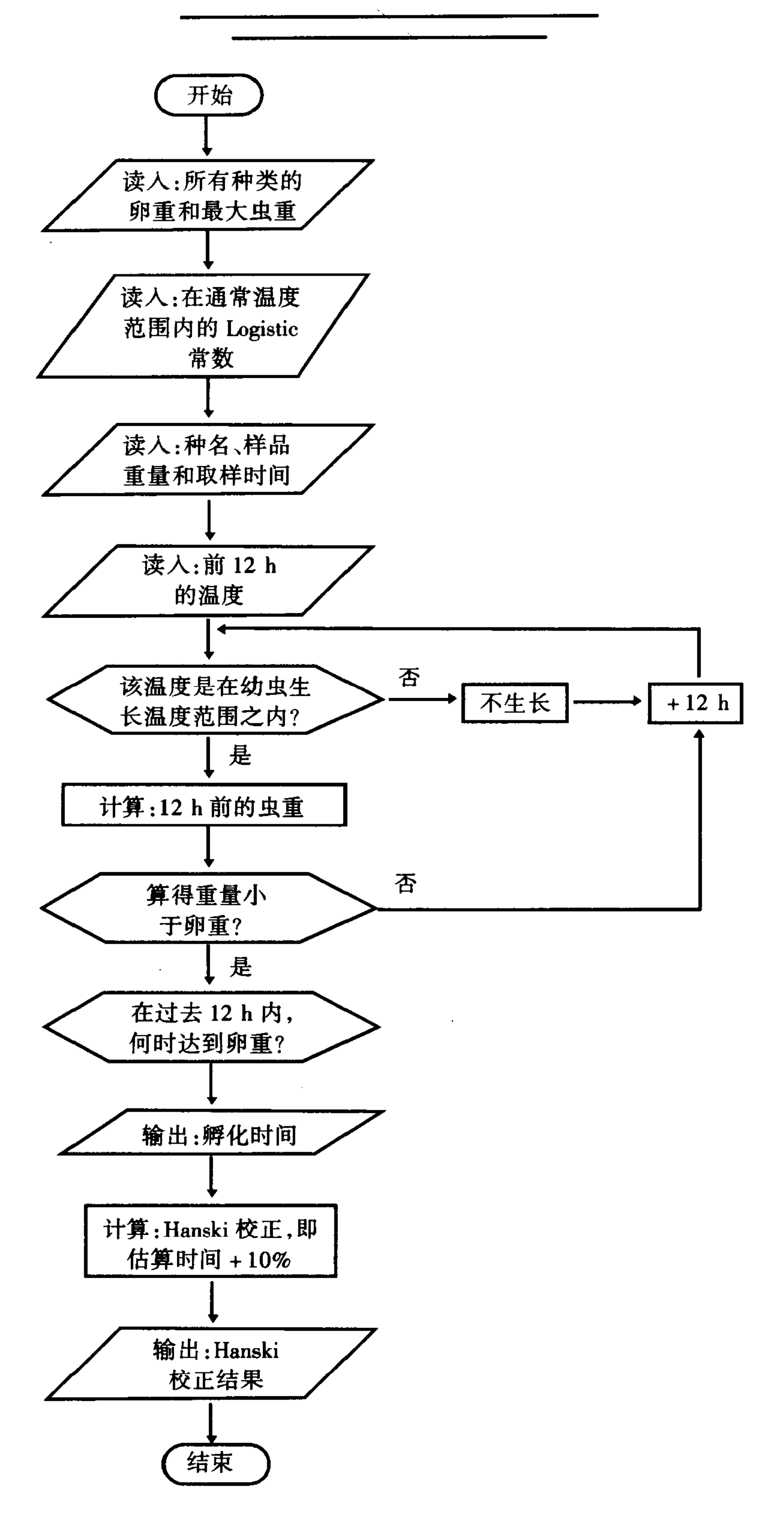


图 12-16 丽蝇孵化时间推算流程图 (仿 Williams 1984)

12.3.2 Schoenly et al. PMI推断程序

Schoenly, Goff & Early (1992)提出了一种通过对节肢动物演替材料进行分析而推断 PMI 的计算机程序(PMI.BAS)。该程序是以 Sperry BASIC 语言(BASIC 3.0,1.0 版本 © 1983, 微软公司)编制而成,在具有 512 kb 内存和至少 32 kb 硬盘容量的 IBM 个人微机(包括 XT,AT, PS/2)和各种兼容机上运行,并能进行文件的输入输出。该程序的一个显著特点是可将分析结果以 ASC Ⅱ码形式打印输出,并可直接用于昆虫学者的案件最终分析报告(case study final report, Catts 1990)中。关于 PMI 估计,是以 Goff & Odom (1987)适用于苹果Ⅱ E 微机的商业应用软件(Apple Quickfile)为基础,增加了上述 Williams (1984)的 FORTRAN Ⅳ程序,以发现尸体时丽蝇幼虫体重来估计卵的孵化时间,并以 Reiter 氏图形(isomegalen diagram,即温度-体长-日龄三者关系图,Reiter 1984)在较广泛的温度范围内依据丽蝇幼虫体长来推断日龄。该程序可简要介绍如下:

关于 PMI 估计可分为两步。首先从死亡现场尸体上采得节肢动物样本(以下称为尸体区系,corpse fauna)并进行鉴定、饲养和分析。然后将尸体区系中成员与相同地理区过去业已证实的死亡案件,或其他动物尸体腐败研究中所得已知演替模型的相同种类(以下称为基线区系, baseline fauna)进行比较。通过这一比较产生了 PMI 上、下限,这些限值可能集中在同一天,也可能是在几天或更长的时间范围内,这在很大程度上受到实际 PMI 和大量的生物与非生物因素的影响。确定限值的分类单元(种、属等)可称为"决定性种类"(definitive taxa),明确了决定性种类后,就可用来估计死后间隔时间了。

为说明该过程,下面以假设案件的发生矩阵(图 12-17)为例。矩阵中 9 个纵列分别代表死亡后连续的 1~9 d,横列 A~H 各行分别代表不同的基线种类。矩阵以二进制数组成,如种类 A 在第 2 天出现,则在矩阵的 A 行和第 2 列中以"1"表示,若不出现则为"0"(图中种类 A 在第 1~4 天内发生)。矩阵中每一纵列非 0 值的多少表明特定时间中类群的丰富度,而每横行中非 0 值数目表明该种或该类的发生时间,即该种或该类在尸体上的驻留时间。

		死后间隔时间								
	天数	1	2	3	4	5	6	7	8	9
分类单元	A	1	1	1	1	0	0	0	0	0
	B	0	1	1	1	1	1	1	0	0
	C	0	1	1	1	1	1	0	0	0
	D	1	1	1	1	1	0	0	0	0
	E	0	0	0	0	0	0	1	1	1
	F	0	0	0	0	1	1	1	1	1
	G	1	1	1	1	1	1	1	1	0
	H	0	0	1	1	1	1	1	1	1

图 12-17 假设案件的发生矩阵 (仿 Schoenly et al. 1992)

假设在现场采到了代表性尸体区系,并携回昆虫实验室。进一步假设在尸体区系中发现多个类群,其中 B,D,G,H 为基线种类(注意:不是所有尸体上的种类都属于基线区系)。

PMI 估计的上、下限与 B,D,G,H 在该演替过程中一起出现的第 1 天和最后 1 天相一致,于是就可推算出 PMI。在本例中,上、下限分别是在第 3 天和第 5 天(图 12 - 17)。种类 H 由于在第 3 天刚出现(在第 1 和第 2 天未出现)而成为下限决定性种类,同样,种类 D 因其最后出现是在第 5 天(第 6 和第 7 天等不再出现)而成为上限决定性种类。其余 2 种虽不具决定性,其中 B 出现于第 2 ~ 7 天,G 出现于第 1 ~ 8 天,与上述推断不矛盾。

从上述例子来看,估计 PMI 至少在理论上是相当直接明了的。然而,在有些犯罪现场调查中,许多尸体上的种类需要与更多的基线种类进行比较才能得出 PMI 估计值。此外,各种生物因素(如腐食性脊椎动物)和非生物因素(如恶劣天气)的影响都应加以考虑。因此,使用计算机程序的优点就很明显了。

从基础研究和经核实的死亡案例中得到材料,可以机器可读的形式输入并加保存,形成 2 个文件:种类目录文件(PRN 文件)和发生矩阵文件(DEK 文件)。在这 2 个文件中所列种类的顺序必须完全相同。两文件都以标准的 ASC Ⅱ码产生,并能用于再编辑或其他文字处理软件。

PRN 文件以任意确定的数字顺序分别给出每一种类的学名,并尽量按虫态、龄别甚至代别分开。使用者每次一旦从目录中选定某一编号,该程序就会显示出所选定的文件内容。每一种类,甚至其某一虫态、某一龄别都只有惟一的 1 个编号,保证了每次选择的确定性,永不混淆。由于在发生矩阵中,每一种类的不同代别(如 P_1, F_1, F_2),不同虫态(如成虫、蛹、幼虫)、幼虫不同龄别(如 1 龄、2 龄、3 龄)都通过不同横行来具体表现,这样就可提高 PMI 推断的准确度。

DEK 文件第 1 横行的内容依次是特定时间样本数、基线种类的数目、发生矩阵非 0 条目的总数以及取样的时间单位;第 2 行是与这些数据有关的 PRN 文件名;第 3、第 4 行是取样的时间序列;第 5、第 6 行是取得样本的总次数,它是与演替过程中每一分类单元的驻留时间相对应的。接着是发生矩阵,用一个特定的 7 个字母与数字组成的标识符来表示每一种类(含虫态、虫龄等,且与 PRN 文件中完全一致),并在每一特定取样时间中以“1”表示出现,以“0”表示缺失。

PMI.BAS 程序中主要部分的流程如图 12 - 18 所示。

12.4 分子检测技术

在利用昆虫进行死后间隔时间的判断中,一个很大的难题是蝇类等昆虫幼期的鉴定。它们往往需要饲养至成虫才能做可靠的鉴定,这样,势必延迟了若干天,以至若干周。与此同时,饲养还有失败,即幼虫等中途死亡的问题,那有可能造成无法鉴定的后果。总之,实际工作中迫切要求在犯罪现场采得昆虫之后,能够立即做出既快速又可靠的鉴定。

许多生物化学技术被用于昆虫种类的鉴定。同功酶(同工酶,isoenzymes)被广泛用作种和宗的特征标记,但这些标记常常只在生活史的特定阶段表达,而且在死亡或高度冰冻的材料中很容易被降解。免疫学技术,例如酶联免疫吸附测定(enzyme-linked immunosorbant assay, ELISA)在近缘种的区分中则嫌不够敏感。相反,有机体的 DNA 鉴定非但可以采用任何阶

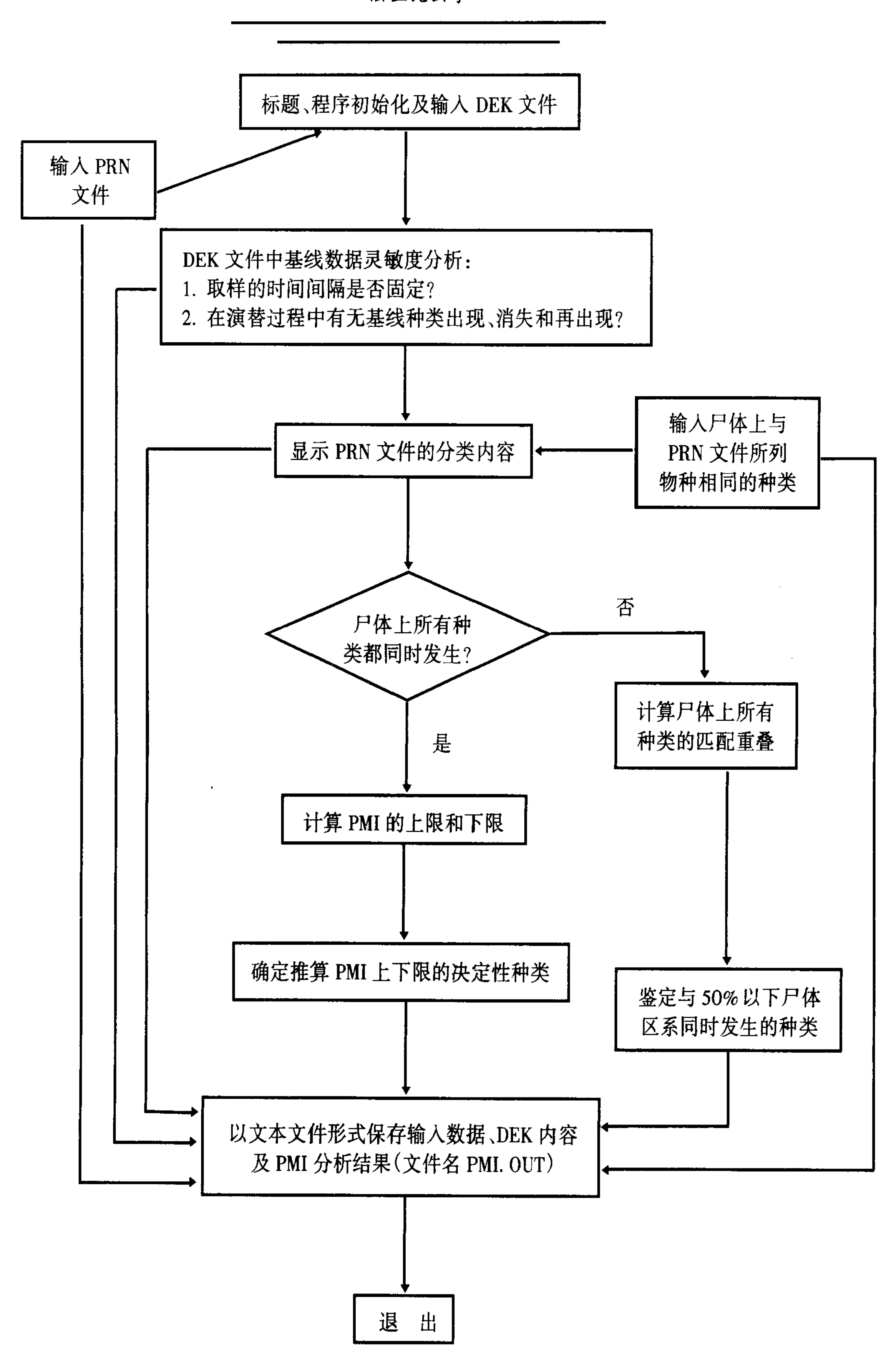


图 12－18　PMI. BAS 程序主要组成部分的流程图　（仿 Schoenly et al.　1992）

段的材料，而且所需时间大大缩短。线粒体 DNA(mitochondrial DNA, mtDNA)，特别适合用作此类鉴定的标记，理由是：① 系小分子，相对不易降解；② 通常每个细胞中都有数百拷贝存在；③ 突变率(mutation rate)高，在近缘种间存在大量序列差异(Avise 1991)。

Sperling, Anderson & Hickey (1994)以 3 种常见丽蝇科法医昆虫，即伏蝇 *Phormia regina* (Meigen)、丝光绿蝇 *Lucilia sericata* (Meigen)和亮绿蝇 *Lucilia illustris* (Meigen)为材料，研究了线粒体 DNA 2.3 kb 区的 DNA 序列。所描述的分子检测方法，使得幼虫在收到后 1 d 之内即可做出鉴定。而且，即使昆虫已经死亡，仍然可以做出鉴定。

供试活成蝇和幼虫采自加拿大温哥华附近或取自 Simon Fraser 大学实验种群。成蝇的胸部和大幼虫中部 1/3 用来提取 DNA，其余部分存查。成蝇在 DNA 提取前一直放置在 -70℃下。同时提取的还有下列 3 批标本：① 3 龄幼虫，活的置于 99%乙醇中，室温下不足 1 周，然后置于 4℃下直至取用；② 1 龄和 2 龄幼虫，先置室温下 75%乙醇中 1 月，然后转至 99%乙醇中，接着按①处理；③ 成蝇，经室温下干燥 5 d。

试验采用 Harrison et al. (1987) DNA 提取改进方法，从成蝇个体胸部提取基因组总 DNA。其步骤为：① 将成蝇胸部置于浸泡在液氮中的 1.5 ml Eppendorf 离心管内磨碎成粉状；② 加入 800 μl 的 Lifton 缓冲液(0.1 mol/l Tris 缓冲液，0.2 mol/l 蔗糖，0.05 mol/l EDTA，0.5% SDS, pH 9.0)，以离解质膜和抑制 DNA 酶(DNAase)；③ 匀浆液经轻微旋动后，于室温下放置 15 min 至 2 h；④ 加入 120 μl 的 8 mol/l 乙酸钾，混匀后置冰浴中放置 15 min 至 3 h，尔后离心 15 min，并将上清液轻轻倒入另一 Eppendorf 管中；⑤ 上清液加入等体积酚进行抽提，之后加等体积氯仿/异戊醇(24:1)再抽提；⑥ 等体积异丙醇沉淀 DNA，再冷却至 -20℃，离心 25 min；⑦ 以 500 μl 的 70%乙醇清洗 DNA 沉淀，并将 DNA 沉淀再次悬浮于 200 μl TE 缓冲液(10 mmol/l Tris-HCl, 1 mmol/l EDTA, pH 8.0)中。对于乙醇保存标本和干燥标本尚须注意下列问题：① 乙醇保存样品在液氮中研磨前，先在真空干燥器中干燥以除去乙醇；② 在加入 Lifton 缓冲液后立即将蛋白酶 K 12 μg 加入匀浆，并在 60℃下消化 2 h；③ 增加一次酚抽提，以保证除去蛋白酶 K；④ 将最后所得 DNA 沉淀悬浮于 100 μl TE 缓冲液中。

DNA 片段按 Perkin Elmer Cetus 的 GeneAmp© PCR 试剂盒说明进行多聚酶链式反应(polymerase chain reaction, PCR)扩增，反应液总体积为 50 μl (含 DNA 的 TE 液为 1 μl)。PCR 反应按表 12-18 的步骤在 Perkin Elmer Cetus 的热循环反应器中进行，其中耐热 DNA 聚合酶(Taq 酶)于首轮循环退火期间加入反应液中。

表 12-18 PCR 反应步骤与条件 (据 Sperling et al. 1994)

循　环	变　性	退　火	延　伸
首轮循环	95℃ 3 min	45℃ 2 min	72℃ 1.5 min
后续循环(30~35 次)	94℃ 1 min	45℃ 1 min	72℃ 1.5 min
末轮循环	94℃ 1 min	45℃ 1 min	72℃ 5 min

PCR 扩增所用引物(primers)为普通昆虫线粒体 DNA 引物，这些引物从果蝇 *Drosophila yakuba* (Clary & Wolstenholme 1985)、意大利蜜蜂 *Apis mellifera* (Crozier & Crozier 1993)、按蚊

Anopheles quadrimacutus (Mitchell, Cockburn & Seawright GenBank NM 87545)等的 DNA 序列比较而来。其余引物直接依照丽蝇属 *Calliphora* 的 DNA 序列加以设计,每一引物长度约 300 bp。

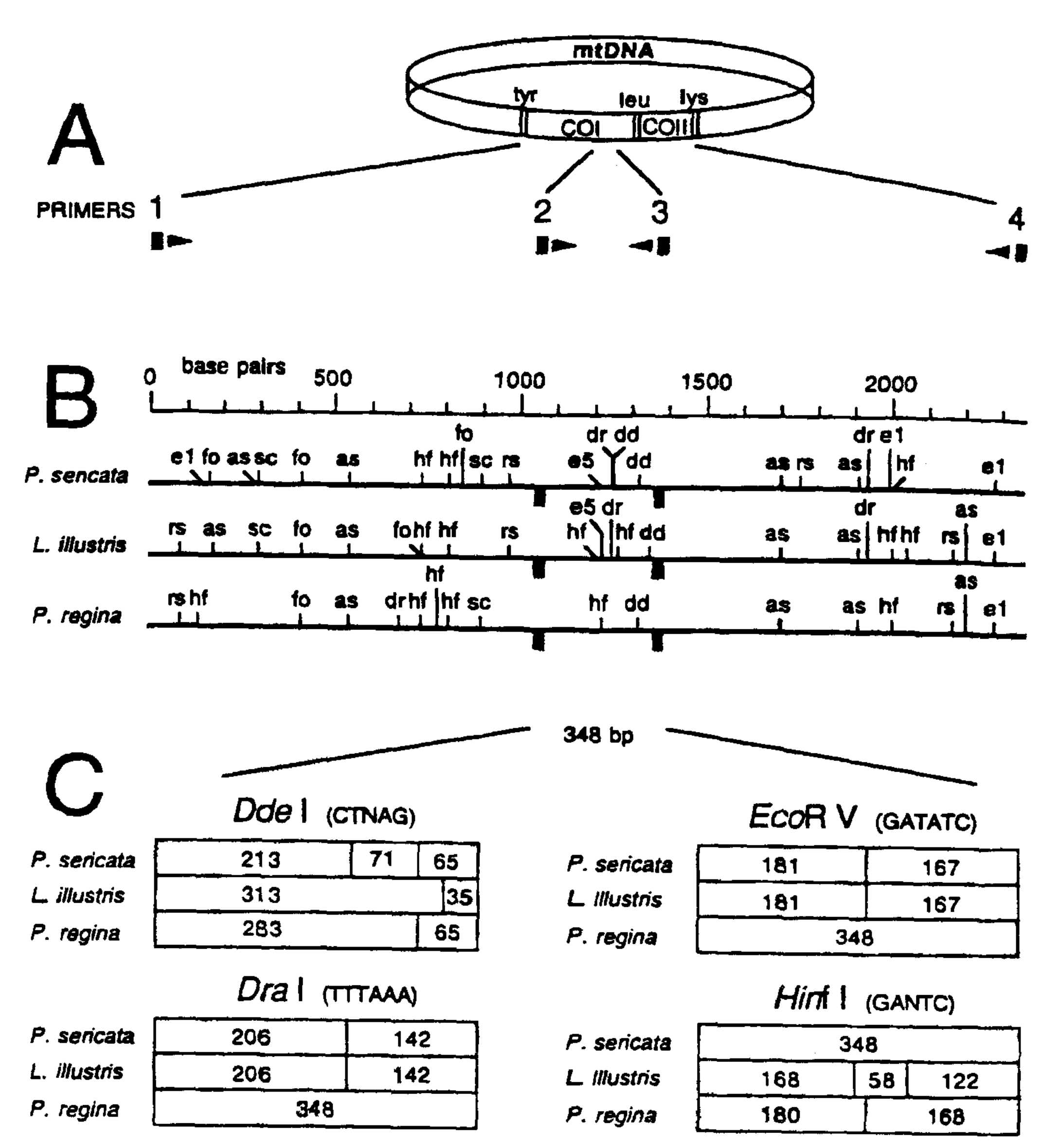


图 12-19　3 种丽蝇线粒体 DNA 扩增、DNA 限制性内切酶酶切位点示意图

(仿 Sperling et al.　1994)

A. 线粒体 DNA 扩增区域和引物位置

引物 1 = 5′　TACAATTTATCGCCTAAACTTCAGCC3′

引物 2 = 5′　CAGCTACTTTATGAGCTTTAGG3′

引物 3 = 5′　CATTTCAAGC/TTGTGTAAGCATC3′

引物 4 = 5′　GAGACCATTACTTGCTTTCAGTCATCT3′

B. 整个序列范围内 9 种酶限制切点位置

as = *Ase*I;　dd = *Dde*I;　dr = *Dra*I;　e1 = *Eco*RI;　e5 = *Eco*RV;

fo = *Fok*I;　hf = *Hinf*I;　rs = *Rsa*I;　sc = *Sac*I

C. 用引物 2 和 3 扩增的 COI 348 碱基对区酶切所得片段

然后采用 MicroGenie™序列分析程序(Beckman 仪器公司),从 129 种限制酶中挑选出 9 种,进一步开展工作。最后,将大约 1 μg的 PCR 扩增所得 DNA 片段,在 15 μl 限制性内切酶中消化。在 1.5% ~ 2.0%琼脂糖凝胶中电泳,然后用溴化乙锭显影,并分析限制性内切酶酶切图谱(Sambrook et al. 1989)。

结果如表 12-19、图 12-19、图 12-20 和图 12-21。3 种蝇类 DNA 序列彼此明显不同。亲缘关系最接近的亮绿蝇和丝光绿蝇间序列差异达 5.12%,它们与伏蝇之间的序列差异均超过 8%,而 3 种丽蝇与果蝇 *Drosophila yakuba* 之间的序列差异均超过 12%。4 种限制性内切酶(*Dde* Ⅰ, *Dra* Ⅰ *Eco*RⅤ 和 *Hinf* Ⅰ)将伏蝇与另 2 种丽蝇区分开来, *Dde* Ⅰ 和 *Hinf* Ⅰ 则将丝光绿蝇与亮绿蝇分开。事实上,单是 *Hinf* Ⅰ 就足以区分了,而该酶又是价格最低廉的。

分子检测方法的优点十分明显,其在法医昆虫学中应用的迅速发展已是指日可待。

表 12-19 3 种丽蝇线粒体 DNA 2.3 kb 区 DNA 序列差异百分率和核苷酸差异数 (Sperling et al. 1994)

种类	丝光绿蝇	亮绿蝇	伏蝇	果蝇
丝光绿蝇	…	5.12%	8.34%	12.32%
亮绿蝇	118	…	8.07%	12.74%
伏蝇	192	186	…	12.97%
果蝇 *	284	294	299	…

* 果蝇 *Drosophila yakuba* (Clary & Wolstenholme),作比较用。

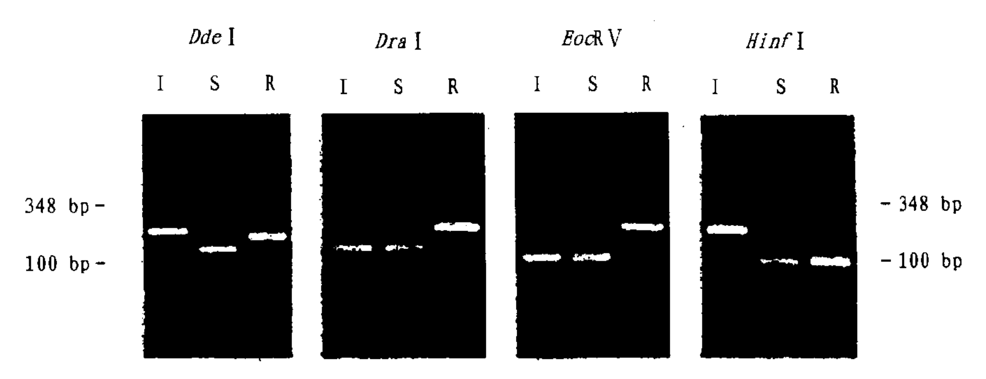


图 12-20 348 碱基对 PCR 产物酶切琼脂糖凝胶(2%)电泳图谱
(仿 Sperling et al. 1994)
I = 亮绿蝇 *Lucilia illustris* (Meigen) S = 丝光绿蝇 *Lucilia sericata* (Meigen)
R = 伏蝇 *Phormia regina* (Meigen)

```
Ps  tacaatttatcgcctaaacttcagccATTTAATCGCAACAATGGTTATTTTCAACTAATCATAAAGATATTGGAACTTTA 80
Li                            ...............................................T......
Pr                            ..........G......A........T....................T......
             .         .         .         .         .         .         .         .
Ps  TATTTTATTTTTGGAGCTTGATCCGGAATAATTGGAACTTCTTTAAGAATTCTAATTCGAGCTGAATTAGGACATCCTGG 160
Li  ..C........................T....C........A.........T......................C.....
Pr  .....C.....C..................G.A........A........C...........C........G..C.....
             .         .         .         .         .         .         .         .
Ps  AGCTTTAATTGGAGATGATCAAATTTATAATGTAATTGTTACAGCTCATGCTTTTATTATAATTTTTTTTATAGTAATGC 240
Li  T..A..............C...............................................C.............
Pr  ...AC.............C....................A..G.....C.................C...........A.
             .         .         .         .         .         .         .         .
Ps  CAATTATAATTGGAGGATTTGGAAATTGATTAGTTCCATTAATACTAGGAGCTCCAGATATAGCATTCCCTCGAATAAAT 320
Li  .....................................T......T...................................
Pr  .G...........................C.......CC.T...T....G.....T........................
             .         .         .         .         .         .         .         .
Ps  AATATAAGTTTTTGACTTTTACCTCCTGCATTAACTTTATTATTAGTTAGTAGTATAGTAGAAAACGGAGCTGGAACAGG 400
Li  ........A..............................C.......A................................
Pr  ...........C...................................A.................T..G...........
             .         .         .         .         .         .         .         .
Ps  ATGAACAGTTTACCCTCCTCTATCTTCTAATATTGCTCATGGAGGAGCTTCTGTTGATTTAGCTATTTTCTCTCTTCATT 480
Li  ...................T....A........C...................................T..........
Pr  ......T........A...T...................C........A.............................C.
             .         .         .         .         .         .         .         .
Ps  TAGCAGGAATTTCTTCAATTTTAGGAGCTGTAAATTTTATTACTACAGTTATTAATATACGATCAACAGGAATTACTTTT 560
Li  .............A........................................................G.........
Pr  .G..C................................C.....A..T..A..............T...........A...
             .         .         .         .         .         .         .         .
Ps  GATCGAATACCTTTATTTGTTTGATCAGTAGTAATTACAGCTTTATTACTTTTATTATCATTACCAGTATTAGCAGGAGC 640
Li  ........G........C........................................................T.....
Pr  ..........................T.....T.....T...C.T..............T.................T..
             .         .         .         .         .         .         .         .
Ps  TATTACAATACTTTTAACAGACCGAAATCTTAATACATCATTCTTTGACCCTGCAGGAGGAGGTGATCCAATTTTATACC 720
Li  ......T...........T..T..............T..............A...........A..C.............
Pr  ......T...T.A.....T.........T.A.....T.....T.....T..A..T........A..C..T..........
             .         .         .         .         .         .         .         .
Ps  AACATTTATTTTGATTCTTTGGACACCCTGAAGTTTATATTTTAATTTTACCTGGATTTGGAATAATTTCTCATATTATT 800
Li  ......................T..T......................................................
Pr  ...................C..T...........A.......................C.....................
             .         .         .         .         .         .         .         .
Ps  AGTCAAGAATCAGGTAAAAAGGAAACATTCGGTTCATTAGGGATGATTTATGCCATATTAGCTATTGGATTATTAGGATT 880
Li  ..............A..G..............A...C....A..A........T..........................
Pr  ..............A..G........T.....A..T.....A..A.....C..T..........................
             .         .         .         .         .         .         .         .
Ps  TATTGTTTGAGCTCATCATATATTTACAGTAGGAATAGACGTTGATACACGAGCTTACTTTACTTCAGCTACTATAATTA 960
Li  ......A.....A.....C........T.....G..............T.......................A.......
Pr  ........................C..C....................T....................C..A.......
             .         .         .         .         .         .         .         .
Ps  TTGCTGTACCAACTGGAATTAAGATTTTTAGTTGATTAGCAACTCTTTATGGAACTCAATTAAACTATTCCCCTGCTACT 1040
Li  ......................A.........................................T.....T.........
Pr  .......T..............A........C................................T..C.....A......
             .         .         .         .         .         .         .         .
Ps  TTATGAGCTTTAGGATTTGTATTTTTATTCACTGTAGGAGGTTTAACTGGAGTTGTTTTAGCTAACTCTTCAGTTGATAT 1120
Li  ..............G.................A........A.......................T..............
Pr  .............................T...........A...............C.............TA.......
             .         .         .         .         .         .         .         .
Ps  TATTTTACATGATACATACTATGTAGTAGCTCACTTCCATTATGTTTTATCAATGGGAGCTGTATTTGCTATTATAGCAG 1200
Li  ..................T..............T..T..C.....A........A.........................
Pr  .........T........T..............T.....C.....A........A........C..............T.
             .         .         .         .         .         .         .         .
Ps  GATTTGTTCACTGATATCCTTTATTTACAGGATTAACTTTAAATACTAAGATATTAAAAAGTCAATTTGCTATTATATTT 1280
Li  ....C.....T.........C...........C...........G.A.....G.....G.........A...........
Pr  ..........T....TC...........T...C....A.......AC...T.............................
```

```
Ps  ATTGGGGTAAATTTAACATTCTTCCCTCAACATTTCTTAGGATTAGCAGGAATACCACGACGATATTCAGACTACCCAGA 1360
Li  .....A...........T.................T......C.............G........C.....T........
Pr  .....T...........C.............................T........T........C..T.....T.....
             .         .         .         .         .         .         .         .
Ps  TGCTTACACAACTTGAAATGTAATTTCTACAATTGGGTCAACAATTTCTTTATTAGGAATTTTATTCTTCTTCTTTATTA 1440
Li  ................................................CC................T.....T..C....
Pr  ..........G...................T.....T...........A...C.............T.....T..C....
             .         .         .         .         .         .         .         .
Ps  TTTGAGAAAGTCTTGTATCTCAACGTCAAGTTTTATTCCCTGTTCAATTAAATTCATCAATTGAATGATTACAAAATACT 1520
Li  .................A..................................................C...........
Pr  ...........T.A.....A.......................C....................................
             .         .         .         .         .         .         .         .
Ps  CCACCAGCTGAACATAGTTATTCTGAATTGCCTTTATTAACTAATTTCTAATATGGCAGATTAGTGCAATGGATTTAAGC 1600
Li  .............................A..................................................
Pr  ..............C..C...AG......A..............C...................................
             .         .         .         .         .         .         .         .
Ps  TCCATATATAAAGTATTTTACTTTTATTAGAAT--AATAAATGTCAACATGAGCAAATTTAGGTTTACAAGATAGTTCTT 1680
Li  .................................TA.............................................
Pr  ................................---.............................................
             .         .         .         .         .         .         .         .
Ps  CTCCTTTAATAGAACAATTAATCTTTTTCCATGATCACGCACTTTTAATTTTAGTAATAATTACTGTACTTGTAGGATAC 1760
Li  ...............................C...................................T...........T
Pr  ............................T.....C..T.............................T..A.....T..T
             .         .         .         .         .         .         .         .
Ps  TTAATGTTTATATTATTTTTTAACAAATATGTAAATCGATATTTATTACACGGACAAACTATTGAAATTATTTGAACAAT 1840
Li  .....A............................................T.............................
Pr  .....A......C.......C....................C...C.T..T.............................
             .         .         .         .         .         .         .         .
Ps  TTTACCTGCAATTATTTTATTATTTATTGCTTTCCCTTCTCTTCGACTTTTATATTTACTTGATGAAATTAATGAACCTT 1920
Li  ......A..........................T............T.A.....C.........................
Pr  .................................T........A...........C...T.A...................
             .         .         .         .         .         .         .         .
Ps  CAATTACTTTAAAGGCAATTGGTCATCAATGATATTGAAGTTATGAATATTCAGATTTTGCAAATATTGAATTCGATTCA 2000
Li  ......................A...........C....................C...A.............T......
Pr  .......C..............A..C........C......................................T.....T
             .         .         .         .         .         .         .         .
Ps  TATATAATTCCTACTAACGAATTATCAATTGATAGCTTTCGTTTATTAGATGTAGATAATCGAGTAGTTTTACCAATAAA 2080
Li  ..C........A..T....................A..C...........C..T.....C....................
Pr  ...........A..T....................T..C...........C..T..........................
             .         .         .         .         .         .         .         .
Ps  TTCTCAAGTTCGAATTTTAGTAACTGCTGCTGATGTAATTCATTCTTGAACTATCCCAGCACTAGGAGTAAAGGTAGATG 2160
Li  .......A...................C..A..............................T..................
Pr  ..A....A................A..A.................A..............TT.......T..........
             .         .         .         .         .         .         .         .
Ps  GAACTCCTGGTCGACTAAATCAAACAAATTTTTTAATTAACCGACCAGGTTTATTTTACGGACAATGTTCAGAAATTTGT 2240
Li  .T.................C....................T.....T.................................
Pr  .T..A..C..A...T....C........C...........T.................T.....................
             .         .         .         .         .         .         .         .
Ps  GGAGCTAATCATAGTTTTATACCAATTGTAATTGAAAGAATTCCAGTAAATTACTTTATTAAGTGAATTTCTAATAATAT 2320
Li  ................................................................................
Pr  ....................G......................................C..A...............G.
             .         .         .
Ps  AAATTCTTCATTagatgactgaaagcaagtaatggtctc 2359
Li  ............
Pr  ...C........
```

图 12－21　3 种丽蝇线粒体辅酶Ⅰ、辅酶Ⅱ及亮氨酸 tRNA 基因的 DNA 序列

（仿 Sperling et al.　1994）

Ps＝丝光绿蝇 *Lucilia sericata*（Meigen）　Li＝亮绿蝇 *Lucilia illustris*（Meigen）

Pr＝伏蝇 *Phormia regina*（Meigen）

参 考 文 献

(中文按汉语拼音字母顺序排列,西文按拉丁字母顺序排列)

叶恭银 胡 萃

蔡邦华. 1956. 昆虫分类学(上册). 北京:财政经济出版社. 278页
蔡邦华. 1973. 昆虫分类学(中册). 北京:科学出版社. 303页
蔡邦华. 1985. 昆虫分类学(下册). 北京:科学出版社. 270页
陈耀溪. 1984. 仓库害虫.增订本. 北京:农业出版社. 557页
邓望喜主编. 1992. 城市昆虫学. 北京:农业出版社. 229页
范滋德. 1957a. 中国的丽蝇属. 昆虫学报,7(3): 321~348
范滋德. 1957b. 上海常见蝇类幼虫小志. 昆虫学报,7(4): 405~422
范滋德主编. 1992. 中国常见蝇类检索表.第2版. 北京:科学出版社. 992页+40图版
范滋德主编. 1997. 中国动物志昆虫纲:第6卷双翅目丽蝇科. 北京:科学出版社. 707页
范滋德,席德基. 1959. 上海地区常见蝇类的滋生习性. 昆虫学报,9(4): 342~362
冯兰洲. 1983. 医学昆虫学. 北京:科学出版社. 304页
高景铭,郭念恭,孟宪钦等. 1965. 河北省常见蝇类幼虫小志. 动物分类学报,2(2): 89~100
郭景元主编. 1997. 法医学.第2版. 北京:人民卫生出版社. 223页
何俊华,陈学新,马云. 1996. 中国经济昆虫志:第51册膜翅目姬蜂科. 北京:科学出版社. 697页
胡 萃,马玉堃. 1995. 法医昆虫学的历史、现状及今后展望. 昆虫知识,32(3):184~186
胡 萃,闵建雄. 1997. 建立我国现代法医昆虫学的四大基本工作. 见:刘孟英主编.中国昆虫学会第6次全国代表大会暨学术讨论会论文摘要集.北京:中国昆虫学会. 488
胡 萃,王江峰. 1997. 第20届国际昆虫学大会上法医昆虫学论文简要介绍与分析. 昆虫知识, 34(4): 250~251
蒋书楠主编. 1992. 城市昆虫学. 重庆:重庆出版社. 268页+4图版
景 涛. 1985. 丽蝇科7种早期幼虫的形态研究. 动物世界, 2(1): 39~45
李铁生. 1985. 中国经济昆虫志:第30册膜翅目胡蜂总科. 北京:科学出版社. 159页+12

图版
廖定熹,李学骝,庞雄飞,等. 1987. 中国经济昆虫志:第34册膜翅目小蜂总科(一). 北京:科学出版社. 241页+24图版
马玉堃. 1996. 杭州地区尸食性昆虫研究及其在法医学上应用的探讨:[学位论文].杭州:浙江农业大学植物保护系. 162页+13图版
马玉堃,胡 萃. 1997. 杭州地区尸食性昆虫种类与生物学特性的初步研究.浙江农业大学学报,23(4): 375~380
马玉堃,胡 萃,闵建雄. 1998. 温度对4种尸食性蝇类生长发育的影响及其法医学意义. 中国法医学杂志,13(2): 81~84
宋 慈. 1985. 宋提刑洗冤集录. 新1版. 上海:中华书局. 64页
唐 觉,李 参,黄恩友,等. 1995. 中国经济昆虫志: 第47册膜翅目蚁科(一). 北京:科学出版社. 134页
王江峰. 1999. 若干尸食性蝇类形态学及生长发育规律用于死后间隔时间判断的基础研究:[学位论文].杭州:浙江大学植物保护系. 147页
王江峰,胡 萃,闵建雄. 1999.不同尸体材料上蝇类滋生及丝光绿蝇生长发育的比较. 医学昆虫与寄生虫学报. 6(1):52~57
王林瑶,张广学. 1983. 昆虫标本技术. 北京:科学出版社. 174页
王善青,张文忠,肖蔼详,等. 1990. 蝇幼虫的捕食性昆虫及其捕食量研究.医学动物防制,6(4): 15~17
吴梅筠主编. 1993. 英汉对照法医学词汇. 北京:北京医科大学、中国协和医科大学联合出版社. 690页
武文杰,张文忠. 1990. 大隐翅虫生物学特性及其对蝇类捕食作用的观察.医学动物防制,6(4): 19~21
徐英含主编. 1996. 法医学.第2版. 北京:世界图书出版公司. 206页
薛瑞德. 1982. 常见38种蝇蛹的分类学研究. 动物世界,2(1): 29~38
薛瑞德,张文忠. 1983. 太原市常见麻蝇的生态学研究. 昆虫学报,26(3):295~301
薛万琦,赵建铭主编. 1996. 中国蝇类(上册、下册). 沈阳:辽宁科学技术出版社. 2425页+32图版
轩静渊,李隆术. 1988. 白腹皮蠹生长发育的研究. 西南农业大学学报,10(3): 253~257
杨集昆. 1958. 昆虫的采集. 上海:科学技术出版社. 202页
叶宗茂. 1990. 蝇类. 见:柳支英,陆宝麟主编. 医学昆虫学.北京:科学出版社. 234~269
袁 锋主编. 1996. 昆虫分类学. 北京:中国农业出版社. 431页
张本华,甘运兴. 1958. 常见医学昆虫图谱. 北京:人民卫生出版社. 75页
张孟余. 1982. 我国常见麻蝇幼虫的研究. 昆虫分类学报,4(1,2): 93~106
张文忠,薛瑞德. 1986. 4种麻蝇早期幼虫形态的扫描电镜观察. 四川动物, 5(2): 11~14
张文忠,肖蔼详,王善青,等. 1990. 山西蝇蛹寄生性天敌的调查研究. 医学动物防制,6(4): 10~14
赵 斌,张文忠. 1984. 蝇蛹呼吸角的研究. 昆虫学报,27(4): 401~405

中国科学院动物研究所主编. 1986. 中国农业昆虫(上册). 北京:农业出版社. 766 页
中国科学院动物研究所主编. 1987. 中国农业昆虫(下册). 北京:农业出版社. 992 页
周红章,杨玉璞,任嘉诚,等. 1997a. 北京地区法医昆虫学研究:Ⅰ. 嗜尸性甲虫物种多样性及其地区分异. 昆虫学报,40(1): 62~69
周红章,杨玉璞,任嘉诚,等. 1997b. 北京地区法医昆虫学研究:Ⅱ. 尸体分解过程中的昆虫种类演替与死亡时间推断. 中国法医学杂志,12(2): 79~82
朱弘复,钦俊德. 1991. 英汉昆虫学词典.第 2 版. 北京:科学出版社. 488 页
Aldrich J M. 1916. *Sarcophaga* and Allies. Lafayette, IN: Thomas Say Foundation. 301p
Anderson G S. 1995. The use of insects in death investigations: an analysis of case in British Columbia over a five year period. Journal of Canadian Society of Forensic Science, 28(4): 277~292
Anderson G S, VanLaerhoven S L. 1996. Initial studies on insect succession on carrion in southwestern British Columbia. Journal of Forensic Sciences, JFSCA, 41(4): 617~625
Baumgartner D L, Greenberg B. 1984. The Genus *Chrysomya* (Diptera: Calliphoridae) in the New World. J Med Entomol, 21(1): 105~113
Benecke M. 1998. Six forensic entomology cases : description and commentary. J Forensic Sci, 43(4): 797~805
Bergeret M. 1855. Infanticide, momification du cadavre: decouverte du cadavre d'un enfant nouveaune dans une cheminee ou il setait momifie. Ann Hyg Med Leg, 4: 442~452
Bornemissza G F. 1957. An analysis of arthropod succession in carrion and the effect of its decomposition on soil fauna. Aust J Zool, 5: 1~12
Borror D J, Triplehorn C A, Johnson N F. 1989. An introduction to the study of insects, 6th ed. Philadelphia: Sanders College Publishing. 875p
Byrne A L, Camann M A, Cyr T L, et al. 1995. Forensic implications of biochemical differences among geographic populations of the black blow fly, *Phormia regina* (Meigen). Journal of Forensic Sciences, JFSCA, 40(3): 372~377
Catts E P. 1992. Problems in estimating the postmortem interval in death investigations. J Agric Entomol, 9(4): 245~255
Catts E P, Goff M L. 1992. Forensic entomology in criminal investigations. Annu Rev Entomol, 37: 253~272
Catts E P, Haskell N H. 1990. Entomology and death: a procedural guide. Clemson(South Carolina): Joyce's Print Shop, Inc. 182p
Christopherson C, Gibo D L. 1997. Foraging by food deprived larvae of *Neobellieria bullata* (Diptera: Sarcophagidae). J Forensic Sci, 42(1): 71~73
Cornaby B W. 1974. Carrion reduction by animals in contrasting habitats. Biotropica, 6: 51~63
Early M, Goff M L. 1986. Arthropod succession patterns in exposed carrion on the island of Oahu, Hawaiian Islands, USA. J Med Entomol, 23(5): 520~531
Fox R H, Cunningham C L. 1973. Crime scene search and physical evidence handbook. Washington, D C : U S Dept of Justice. 11~43

Geberth V J. 1990. Practical homicide investigation. 2nd ed. New York: Elsevier Sci Publ Co, Inc. 599p

Giannelli P C. 1989. Evidentiary and procedural rules governing expert testimony. J Forensic Sci, 34: 730 ~ 748

Gilbert B M, Bass W M. 1967. Seasonal dating of burials from the presence of fly pupae. Amer Antiquity, 34: 534 ~ 535

Goddard J, Lago P K. 1983. An annotated list of the Calliphoridae (Diptera) of Mississippi. J Ga Entomol Soc, 18: 481 ~ 484

Goff M L. 1989. Gamasid mites as potential indicators of postmortem interval. In: Channabasavanna G P, Viraktamaths C A, eds. Progress in acarology, Vol 1. New Delhi: Oxford & IBH Publishing Co: 443 ~ 450

Goff M L. 1991. Comparison of insect species associated with decomposing remains recovered inside dwellings and outdoors on the island of Oahu, Hawaii. Journal of Forensic Sciences, JFSCA, 36 (3): 748 ~ 753

Goff M L. 1993. Estimation of postmortem interval using arthropod development and successional patterns. Forensic Sci Rev, 5: 81 ~ 94

Goff M L, Flynn M M. 1991. Determination of postmortem interval by arthropod succession: a case study from Hawaiian Islands. Journal of Forensic Sciences, JFSCA, 36(2): 607 ~ 614

Goff M L, Lord W D. 1994. Entomotoxicology: a new area for forensic investigation. Amer J of Forensic Med and Pothol, 15(1): 51 ~ 57

Goff M L, Odom C B. 1987. Forensic entomology in the Hawaiian Islands: three cases. Amer J Forensic Med and Pathol, 8: 45 ~ 50

Goff M L, Win B H. 1997. Estimation of postmortem interval based on colony development time for *Anoplolepsis longipes* (Hymenoptera: Formicidae). J Forensic Sci, 42 (6): 1 176 ~ 1 179

Goff M L, Charbonneau S, Sullivan W. 1991. Presence of fecal material in diapers as a potential source of error in estimations of postmortem interval using arthropod development rates. Journal of Forensic Sciences, JFSCA, 36(5): 1 603 ~ 1 606

Goff M L, Odom C B, Early M. 1986. Estimation of postmortem interval by entomological techniques: a case study from Oahu, Hawaii. Bull Soc Vector Ecol, 11(2): 242 ~ 246

Goff M L, Omori A I, Goodbrod J R. 1989. Effect of cocaine in tissues on the development rate of *Boettcherisca peregrina* (Diptera: Sarcophagidae). J Med Entomol, 36: 91 ~ 93

Goff M L, Omori A I, Gunatilake K. 1988. Estimation of postmortem interval by arthropod succession: three case studies from the Hawaiian Islands. Amer J Forensic Med and Pathol, 9(3): 220 ~ 225

Goff M L, Brown W A, Omori A I, et al. 1993. Preliminary observations of the effects of amitriptyline in decomposing tissues on the development of *Parasarcophaga ruficornis* (Diptera: Sarcophagidae) and implications of this effect to estimation of postmortem interval. Journal of Forensic Sciences, JFSCA, 38(2): 316 ~ 322

Goff M L, Brown W A, Omori A I, et al. 1994. Preliminary observations of the effects of phencyclidine in decomposing tissues on the development of *Parasarcophaga ruficornis* (Diptera: Sarcophagidae). Journal of Forensic Sciences, JFSCA, 39(1): 123 ~ 128

Goff M L, Early M, Odom C B, et al. 1986. A preliminary checklist of arthropods associated with exposed carrion in the Hawaiian Islands. Proc Hawaii Entomol Soc, 26: 53 ~ 57

Greenberg B. 1985. Forensic entomology: case studies. Bull Entomol Soc Amer, 31: 25 ~ 28

Greenberg B. 1988. *Chrysomya megacephala* (F.) (Diptera: Calliphoridae) collected in North America and notes on *Chrysomya* species present in the New World. J Med Entomol, 25(3): 199 ~ 200

Greenberg B. 1990. Blow fly nocturnal oviposition behavior. J Med Entomol, 27: 807 ~ 810

Greenberg B. 1991. Flies as forensic indicators. J Med Entomol, 28(5): 565 ~ 577

Greenberg B, Singh D. 1995. Species identification of calliphorid (Diptera) eggs. J Med Entomol, 32(1): 21 ~ 26

Greenberg B, Szyska M L. 1984. Immature stages and biology of fifteen species of Peruvian Calliphoridae (Diptera). Ann Entomol Soc Amer, 77: 488 ~ 517

Grodowitz M J, Krchma J, Broce A B. 1982. A method for preparing soft bodied larval Diptera for scanning electron microscopy. J Kansas Entomol Soc, 55(4): 751 ~ 753

Gunatilake K, Goff M L. 1989. Detection of organophosphate poisoning in a putrefying body by analyzing arthropod larvae. Journal of Forensic Sciences, JFSCA, 34(3): 714 ~ 716

Haglund W D, Reay D T, Swindler D R. 1989. Canid scavenging/disarticulation sequence of human remains in the Pacific Northwest. J Forensic Sci, 34: 587 ~ 606

Hall D G. 1948. The blow flies of North America. Lafayette, IN: The Thomas Say Foundation. 477p

Hall R D. 1979. The blow flies of Missouri: an annotated checklist (Diptera: Calliphoridae). Trans Mo Acad Sci, 13: 33 ~ 36

Hall R D, Townsend L H. 1977. The blow flies of Virginia. The Insects of Virginia No.11, Va Polytech Ins Res Div Bull No.123, 48p

Hanski I. 1976. Breeding experiments with carrion flies (Diptera) in natural conditions. Ann Entomol Fenn, 42: 113 ~ 121

Harwood R F, James M T. 1979. Entomology in human and animal health. New York: Macmillan Publ Co, Inc. 548p

Haskell N H, McShaffrey D G, Hawley D A, et al. 1989. Use of aquatic insects in determining submersion interval. Journal of Forensic Sciences, JFSCA, 34(3): 622 ~ 632

Hawley D A, Haskell N H, McShaffrey D G, et al. 1989. Identification of a red "fiber": Chironomid larvae. Journal of Forensic Sciences, JFSCA, 34(3): 617 ~ 621

Hoffman R L, Payne J A. 1966. Diplopods as carnivores. Ecology, 50: 1 096 ~ 1 098

Holzer F J. 1936. Zerstorung an wasserleichen durch larven des kocherfliege. Zeitshrift Fur Die Gesamte Gerichtliche Medizin, 31: 223 ~ 228

Introna F Jr, Suman T W, Smialek J E. 1991. Sarcosaprophagous fly activity in Maryland. Journal of Forensic Sciences, JFSCA, 36(1): 238 ~ 243

Introna F Jr, Altamura B M, Dell'Erba A, et al. 1989. Time since death definition by experimental reproduction of *Lucilia sericata* cycles in growth cabinet. Journal of Forensic Sciences, JFSCA, 34 (2): 478 ~ 480

Introna F Jr, Lo Dico C, Caplan Y H, et al. 1990. Opiate analysis in cadaveric blowfly larvae as an indicator of narcotic intoxication. Journal of Forensic Sciences, JFSCA, 35(1): 118 ~ 122

Jiron L F, Cartin V M. 1981. Insect succession in the decomposition of a mammal in Costa Rica. J N Y Entomol Soc, 89: 158 ~ 165

Johnston W, Villeneuve G. 1897. On the medico-legal application of entomology. Montreal Med J, 26: 81 ~ 90

Kamal A S. 1958. Comparative study of thirteen species of sarcosaprophagous Calliphoridae and Sarcophagidae (Diptera): Ⅰ Bionomics. Ann Entomol Soc Amer, 51: 261 ~ 271

Keh B. 1985. Scope and applications of forensic entomology. Ann Rev Entomol, 30:137 ~ 154

Keiper J B, Chapman E G, Foote B A. 1997. Midge larvae (Diptera: Chironomidae) as indicators of postmortem submersion interval of carcasses in a woodland stream: a preliminary report. J Forensic Sci, 42(6): 1 074 ~ 1 079

Kintz P, Godelar B, Tracqui A, et al. 1990. Fly larvae: a new toxicological method of investigation in forensic medicine. Journal of Forensic Sciences, JFSCA, 35(1): 204 ~ 207

Kintz P, Tracqui A, Ludes B, et al. 1990. Fly larvae and their relevance in forensic toxicology. The Amer J of Forensic Med and Pathol, 11(1): 63 ~ 65

Knipling E F. 1936. A comparative study of the first-instar larvae of the genus *Sarcophaga*, with notes on the biology. J Parasitol, 22: 417 ~ 454

Leclercq M. 1969. Entomology and legal medicine. In: Leclercq M, ed. Entomological parasitology: the relations between entomology and the medical sciences. Oxford: Pergamon Press, Ltd. 128 ~ 142

Leclercq M, Quinet L. 1949. Application d'entomologie dans la determination de la date de la morte. Ann Med Leg, 29: 324

Lehane M J, Chadwick J, Howe M A, et al. 1986. Improvements in the pteridine method for determining age in adult male and female *Stomoxys calcitrans* (Diptera: Muscidae). J Econ Entomol, 79: 1 714 ~ 1 719

Liu D, Greenberg B. 1989. Immature stages of some flies of forensic importance. Ann Entomol Soc Amer, 82(1): 80 ~ 93

Lord W D, Burger J F. 1983. Collection and preservation of forensically important entomological materials. J Forensic Sci, 28: 936 ~ 944

Lord W D, Stevenson J R. 1986. Directory of Forensic Entomologists. 2nd ed. Washington, D C: Def Pest Mgmt Info Anal Center. 42p

Lord W D, Catts E P, Scarboro D A, et al. 1986. The green blow fly, *Lucilia illustris* (Meigen), as an indicator of human postmortem interval: a case of homicide from Fort Lewis, Washington. Bull Soc Vector Ecol, 11: 271 ~ 275

Lord W D, Goff M L, Adkins T R, et al. 1994. The black soldier fly *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) as a potential measure of human postmortem interval: observations and case history. Journal of Forensic Sciences, JFSCA, 39(1): 215 ~ 222

Lucas D M. 1989. The ethical responsibilities of the forensic scientist: exploring the limits. J Forensic Sci, 24: 719 ~ 729

Mail T S, Chadwick J, Lehane M J. 1983. Determining the age of adults of *Stomoxys calcitrans* (L.) (Diptera: Muscidae). Bull ent Res, 73: 501 ~ 525

Mann R W, Bass W M, Meadows L. 1990. Time since death and decomposition of the human body: variables and observations in case and experimental field studies. Journal of Forensic Sciences, JFSCA, 35(1): 103 ~ 111

McCafferty W P. 1981. Aquatic entomology. Boston: Jones and Bartlett Publishers, Inc. 448p

McIntyre G S, Gooding R H. 1995. Pteridine accumulation in *Musca domestica*. J. Insect Physiol, 41(4): 357 ~ 368

McKnight B E. 1981. The washing away of wrongs: forensic medicine in thirteenth-century China. Ann Arbor: Univ Mich. 181p

Meek C L, Andis M D, Andrews C S. 1983. Role of the entomologist in forensic pathology, including a selected bibliography. Biblio Entomol Soc Amer, 1: 1 ~ 10

Megnin J P. 1894. La faune des cadavres: application e l'entomologie a la medecine legale. Paris: Encyclopedie Scientifique des Aide-Memoires. 214p

Merritt R W, Cummins K W, eds. 1984. An introduction to the aquatic insects of North Amercia. 2nd ed. Dubuque(Iowa): Kendall-Hunt Publishing Co. 722p

Motter M G. 1898. A contribution to the study of the fauna of the grave: a study on one hundred and fifty disinterments with some additional experimental observations. J N Y Entomol Soc, 6: 201 ~ 231

Nagasawa S, Kishino M. 1965. Application of Pradhan's formula to the pupal development of the common house fly, *Musca domestica vicina* Macquardt. Jap J of Appl Entomol and Zool, 9(2): 94 ~ 97

Nolte K B, Pinder R D, Lord W D. 1992. Insect larvae used to detect cocaine poisoning in a decomposed body. Journal of Forensic Sciences, JFSCA, 37(4): 1 179 ~ 1 185

Nuorteva P. 1977. Sarcosaprophagous insects as forensic indicators. In: Tedeschi C G, et al. Forensic medicine: a study of trauma and environmental hazards, Vol Ⅱ. Philidelphia: W B Saunders Co. 1 072 ~ 1 095

Nuorteva P. 1987. Empty puparia of *Phormia terraenovae* (Diptera, Calliphoridae) as forensic indicators. Ann Entomol Fenn, 53: 53 ~ 56

Nuorteva P, Nuorteva S L. 1982. The fate of mercury in sarcosaprophagous flies and in insect eating them. Ambio, 11(1): 34 ~ 37

Nuorteva P, Isokoski M, Laiho K. 1967. Studies on the possibilities of using blowflies (Dipt.) as medicolegal indicators in Finland: 1. report of four indoor cases from the city of Helsinki. Ann

Entomol Fenn, 33(4): 217 ~ 225

Nuorteva P, Schumann H, Isokoski M, et al. 1974. Studies on the possibilities of using blowflies (Dipt. Calliphoridae) as medicolegal indicators in Finland: 2. four cases where species identification were performed from larvae. Ann Entomol Fenn, 40: 70 ~ 74

Payne J A. 1965. A summer carrion study of the baby pig *Sus scrofa* Linnaeus. Ecology, 46:592 ~ 602

Payne J A, Crossley D A. 1966. Animal species associated with pig carrion. Tennessee: Health Phys Div A Prog Rep (Oak Ridge National Laboratory) ,ORNL-TM-1432. 70p

Payne J A, King E W. 1969. Lepidoptera associated with pig carrion. J Lepid Soc, 23: 191 ~ 195

Payne J A, King E W. 1972. Insect succession and decomposition of pig carcasses in water. J Georgia Entomol Soc, 7(3): 153 ~ 162

Payne J A, Mason W R M. 1971. Hymenoptera associated with pig carrion. Proc Entomol Soc Wash, 73: 132 ~ 141

Payne J A, King E W, Beinhart G. 1968. Arthropod succession and decomposition of buried pigs. Nature, 219: 1 180 ~ 1 181

Peterson A. 1967. Larvae of insects: an introduction to Nearctic species. 6th ed. Ann Arbor(Michigan): Edward Brothers. 315p

Peterson J L, Mudock J E. 1989. Forensic science ethics: developing an integrated system of support and enforcement. J Forensic Sci,34:749 ~ 762

Putman R J. 1978. The role of carrion-frequenting arthropods in the decay process. Ecol Entomol, 3: 133 ~ 139

Redi F. 1668. Esperienze intorno alla generazione degl' insetti. Florence: Insegna della Stella.228p

Reed H B Jr. 1958. A study of dog carcass communities in Tennessee with special reference to insects. Amer Midl Nat, 59: 213 ~ 245

Rodriguez W C, Bass W M. 1983. Insect activity and its relationship to decay rates of human cadavers in East Tennessee. Journal of Forensic Sciences, JFSCA, 28(2): 423 ~ 432

Rodriguez W C, Bass W M. 1985. Decomposition of buried bodies and methods that may aid in their location. Journal of Forensic Sciences, JFSCA, 30(3): 836 ~ 852

Sadler D W, Fuke C, Court F, et al. 1995. Drug accumulation and elimination in *Calliphora vicina* larvae. Forensic Sci Int, 71: 191 ~ 197

Saks M J. 1989. Prevalence and impact of ethical problems in forensic science. J Forensic Sci, 34: 772 ~ 793

Schmidt J M. 1993. A comparison of the sensory morphology of the cephalic region of first-and thirdinstar *Arachnidomyia aldrichi* (Parker) (Diptera: Sarcophagidae). The Can Entomologist, 125: 101 ~ 111

Schoenly K. 1992. A statistical analysis of successional patterns in carrion-arthropod assemblages: implications for forensic entomology and determination of the postmortem interval. Journal of Foren-

sic Sciences, JFSCA, 37(6): 1 489 ~ 1 513

Schoenly K, Goff M L, Early M. 1992. A BASIC algorithm for calculating the postmortem interval from arthropod successional data. Journal of Forensic Sciences, JFSCA, 37(3): 808 ~ 823

Schoenly K, Goff M L, Wells J D, et al. 1996. Quantifying statistical uncertainty in succession-based entomological estimates of the postmortem interval in death scene investigations: a simulation study. Amer Entomologist, (Summer): 106 ~ 112

Simpson K W, Bode R W. 1980. Common larvae of the Chironomidae (Diptera) from New York state streams and rivers, with particular reference to the fauna of artificial substrates. Bull New York St Mus, Bull No.439, 1 ~ 105

Smith K G V. 1986. A manual of forensic entomology. Ithaca(NY): Cornell University Press. 205p

Sperling F A H, Anderson G S, Hickey D A. 1994. A DNA-based approach to the identification of insect species used for postmortem interval estimation. Journal of Forensic Sciences, JFSCA, 39 (2): 418 ~ 427

Summers K M, Howells A J. 1980. Pteridines in wild type and eye colour mutants of the Australian sheep blowfly, *Lucilia cuprina*. Insect Biochem, 10: 151 ~ 154

Teskey H J, Turnbull C. 1979. Diptera puparia from pre-historic graves. The Can Entomologist, 111: 527 ~ 528

Tu A T, ed. 1984. Handbook of natural toxins: Vol 2 insect poisons allergens and other invertebrate venoms. New York: Marcel Dekker, Inc. 732p

Tullis K, Goff M L. 1987. Arthropod succession in exposed carrion in a tropical rainforest on Oahu Island, Hawaii. J Med Entomol, 24: 332 ~ 339

Turner B D. 1987. Forensic entomology: insects against crime. Sci Prog Oxf, 71: 133 ~ 144

Turner B D. 1991. Forensic entomology. Forensic Sci Prog, 5: 129 ~ 151

Vance G M, VanDyk J K, Rowley W A. 1995. A device for sampling aquatic insects associated with carrion in water. Journal of Forensic Sciences, JFSCA, 40(3): 479 ~ 482

Vincent C D, Kevan K McE, Leclercq M, et al. 1985. A bibliography of forensic entomology. J Med Entomol, 22: 212 ~ 219

Vogt W G, Woodburn T L, Tyndale-Biscoe M. 1974. A method of age determination in *Lucilia cuprina* (Wied.) (Diptera: Calliphoridae) using cyclic changes in the female reproductive system. Bull ent Res, 64: 365 ~ 370

Wall R. 1993. The reproductive output of the blowfly *Lucilia sericata*. J Insect Physiol, 39(9): 743 ~ 750

Wall R, Langley P A, Morgan K L. 1991. Ovarian development and pteridine accumulation for age determination in the blowfly *Lucilia sericata*. J Insect Physiol, 37(12): 863 ~ 868

Wall R, Langley P A, Stevens J, et al. 1990. Age-determination in the old-world screw-worm fly *Chrysomya bezziana* by pteridine fluorescence. J Insect Physiol, 36(3): 213 ~ 218

Wells J D, LaMotte L R. 1995. Estimating maggot age from weight using inverse prediction. Journal of Forensic Sciences, JFSCA, 40(4): 585 ~ 590

Williams H. 1984. A model for the aging fly larvae in forensic entomology. Forensic Sci Internat, 25: 191 ~ 199

Wilson Z, Hubbard S, Pounder D J. 1993. Drug analysis in fly larvae. The Amer J of Forensic Med and Pathol, 14(2): 118 ~ 120

中 名 索 引

（按汉语拼音顺序排列）

叶恭银　胡　萃

D

F

G

H

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

W

X

Y

Z

拉丁名索引

叶恭银　胡　萃

A

B

C

D

E

F

G

H

I

K

L

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

Z

附录 1

法医昆虫学上常用术语解释

(按汉语拼音顺序排列)

叶恭银 胡 萃

B

ban **斑 patch** 成片的规则或不规则的斑纹。

斑蝥素 cantharidin 鞘翅目芫菁科 Meloidae 斑芫菁属 *Mylabris* 种类所含有毒成分，对人的致死量一般为 32 ~ 64 mg。

半纯饲料 meridic diet 含有来源于植物、动物或微生物的尚未纯化的人工饲料。

半鞘翅 hemelytron, hemielytron (复数 hemelytra, hemielytra) 极大多数半翅目昆虫的前翅，其基半部厚化，而端部膜质。

bao **薄层电泳 thin-layer electrophoresis** 电泳技术的一种，其载体为铺于板上的硅胶、氧化铝等。

薄层色谱法 thin-layer chromatography 色谱技术的一种，固定相为铺于玻璃板上的固体薄层，如硅胶，能对小样本快速分析。

保幼激素 juvenile hormone 昆虫在幼虫期由咽侧体所分泌的一种能阻止潜在成虫性状发展的激素。

暴力死 violent death 由能量大或作用力强的外部因素侵害人体而引起的死亡，可分为 3 种方式：自杀、他杀及意外。

bei **背板 tergum** 任何体节的上面或背面，无论其包括一或数骨片。

背单眼 primary ocellus 成虫、若虫及稚虫的单眼。

被蛹 obtect pupa 蛹的一种类型，其附肢和身体紧密粘在一起。

ben **本土的 indigenous** 一地区土生土长的。

苯丙胺 amphetamine 属拟交感胺类，有明显兴奋作用，可造成滥用。

bian **鞭节 clavola** 昆虫触角除去第 1 和第 2 节外的部分。

变态 metamorphosis 昆虫由卵经一定阶段发育为成虫所经过的一系列变化。如有蛹期,称"全变态";如无蛹期,则称"不全变态"等。

biao **标准差 standard deviation** (SD, σ) 群体变异程度的度量,计算公式为 $SD = \sqrt{\sum(x-\bar{x})^2/(n-1)}$,其中 n 为测定次数,$\sum(x-\bar{x})^2$ 为离均差平方和,简称"均方和"。

标准误 standard error (SE) 群体平均数的变异程度的度量,计算公式为 $SE = \sigma/\sqrt{n}$,其中 SE 为标准误,σ 为标准差,n 为测定次数。

表皮 cuticula, cuticle 昆虫身体的外层包被物,由真皮细胞所分泌的非细胞物质组成。

bing **蛃型 thysanuriform** 幼虫的一种类型,状似缨尾目昆虫。

bo **伯-塔氏漏斗 Berlese / Tullgren funnel** 从土壤或枯枝落叶中分离节肢动物的一种装置。

bu **捕食 predation** 一种生物(捕食者)取食另一种生物(猎物),以获得营养而维持生活的现象。

捕食性 predatism 捕食他种动物。

C

ca **擦伤 abrasion** 与粗糙表面摩擦而造成的皮肤损伤。

ce **侧板 arthropleuron, arthropleure** 体节在背板与腹板之间的部分。

侧单眼 ocellae 幼虫头侧的单眼。

侧腹线 adventral line, subventral line 鳞翅目幼虫介于腹(中)线与足基线之间的1条纵线。

chan **产雌孤雌生殖 thelyotoky** 后代均为雌性的孤雌生殖。

产两性孤雌生殖 deuterotoky 后代中既有雄性又有雌性的孤雌生殖。

产卵器 ovipositor 用以产卵的管状或瓣状构造。

产雄孤雌生殖 arrhenotoky 后代均为雄性的孤雌生殖。

cheng **成虫 adult** 成长、性成熟的昆虫。

城市昆虫学 urban entomology 研究城市生态系统中昆虫学问题的新兴分支学科。

chi **齿蛉(鱼蛉) dobsonfly** 脉翅目 Neuroptera 齿蛉(鱼蛉)科 Corydalidae 昆虫,幼期水生。

翅 wing 昆虫中成对的飞行器官。一对为前翅,着生于中胸;另一对为后翅,着生于后胸。

翅瓣 lobulus (复数 lobuli) 有些蝇类的翅和有些膜翅目昆虫后翅的部分分离的叶。

翅缰 frenulum 很多鳞翅目昆虫中,由后翅基部发生的,雄性单一、雌性多数的刺,突出于前翅之下,其功能为飞行时联系前后翅。

翅缰钩 frenulum hook 在具有翅缰的鳞翅目昆虫雄虫中,翅缰插入的钩或褶。

翅脉 veins, nervules, nervures 昆虫翅中用以支持和加强翅的几丁质、似细杆状构

造。

翅室 areae, areolae, cell, wing cell　昆虫翅中,被翅脉围封的翅域。

翅展 expanse, expansio alarum　翅展开时,顶尖间或其他最宽点间的距离。

chong　**重寄生 epiparasitism**　以寄生昆虫为寄主的寄生现象,又可分为二重寄生、三重寄生、四重寄生,甚至还有五重寄生。

重寄生物 hyperparasite　寄生于另一寄生物的寄生物。

虫龄 instar　昆虫幼期生长用蜕皮次数作指标的一种表述方式。刚从卵孵出到第 1 次蜕皮以前称为第 1 龄,经第 1 次蜕皮后称第 2 龄,余类推。

虫期 stage　昆虫发育中的任何明确的期间,如卵期、幼虫期等。

chu　**初寄生 primary parasitism**　以非寄生昆虫为寄主的寄生现象。

触角 antenna(复数 antennae)　节肢动物头上成对的分节感觉附肢,左右各 1。

触角芒 arista　一些双翅目昆虫触角上的特化鬃或突起;高等双翅目昆虫中触角末端的似毛部分。

chuang　**创 wound**　暴力所形成的皮肤、皮下组织、血管、肌肉等的开放性损伤。

ci　**雌虫 female**　体内能发育卵的昆虫,以天文学上金星的符号"♀"表示。

刺 spine　表皮的多细胞外长物,与体壁间无关节。

刺创 stab wound　末端尖锐的器械沿其纵轴方向刺入所形成的管状损伤。

cu　**猝死 sudden death, sudden unexpected natural death**　外表似乎健康的人因内在的疾病或功能障碍,突然意外地、非暴力性死亡;急速意外的自然性死亡。

cuo　**挫伤 bruise, contusion**　皮肤受钝器打击造成非开放性损伤,伴有皮内、皮下软组织血管破裂出血者称"挫伤"。

D

da　**大麻 cannabis, marijuana, marihuana**　一种长纤维植物,亦可药用。由于所含大麻酚类具精神作用,有人滥用,以致造成慢性中毒或急性中毒。

大洋洲区 Australian region　包括澳大利亚大陆及其邻近岛屿的动物区域。

dan　**单寄生 monoparasitism**　一个寄主上只育出 1 个寄生昆虫的寄生现象。

单食性 monophagy　高度特化的食性,局限于 1 种植物或动物为食料。

单眼 ocellus(复数 ocelli)　成虫的单眼,包括 1 珠状晶体,单个或成小群。

单主寄生 monophagous parasitism　寄生昆虫限定在 1 种寄主上寄生的现象。

dian　**电击伤 electric injury**　电流通过所引起的组织、器官损伤。

电泳 electrophoresis　带电颗粒在电场影响下通过静止液体的移动。电泳是颗粒分离和大分子制备及分析研究的有力工具。

die　**蝶啶 pteridine**　一类含有嘧啶-吡嗪环结构的杂环化合物。它在微生物、植物和动物中均有存在,在昆虫纲中尤为普遍。

蝶呤 pterin　以 2 氨基 4 羟基蝶啶为母体的,广泛分布的一类衍生物。

ding　**顶角 apical angle**　翅尖的角。

dong　**东洋区 Oriental region**　包括亚洲印度河以东,喜马拉雅山脉至黄河、长江之间的

地带以南的热带亚洲，含亚洲南部的半岛及岛屿。

冬蛰 hibernation 动物在低温季节中所进入的不活动的时期。

动物区系 fauna 任何地区动物的组合。

du **独寄生 eremoparasitism** 一个寄主上仅为1种寄生昆虫所寄生，不论育出个体数多少均称为"独寄生"。

毒物 poison 在一定条件下，以较小剂量与机体相互作用，引起机体功能性或器质性损害的化学物质。

毒性 toxicity 毒物损害机体能力的强弱。

duan **短暂证据 disappearing evidence** 短暂、易变证据。

断离 disarticulation 尸体某一或某些部分的分离，通常多在关节或骨缝处。

dun **钝器伤 blunt instrument injury** 钝器所形成的损伤。

duo **多寄生 polyparasitism** 一个寄主上育出2个或2个以上寄生昆虫的寄生现象，又称"聚寄生"(gregarious parasitism)。

多聚酶链式反应 polymerase chain reaction, PCR 一种基因扩增技术，是1986年后国际上发展起来的一种新技术。

多主寄生 polyphagous parasitism 寄生昆虫可以在许多种寄主上寄生的现象。

E

e **额 frons** 蜕裂线侧臂之下和额唇基沟之上的区域，其侧面以额颊沟为界。额和唇基(clypeus)构成头壳的前面部分。在蝇类中指头顶前方、两复眼前缘之间、额囊缝之上的部分，由间额和两旁成对的侧额组成。

额囊(额胞) ptilinum 双翅目环裂类昆虫中，当由蛹变为成虫时，在触角基部上方有1个可以膨胀的器官从额缝中伸出，该器官称"额囊"。

额囊缝(额胞缝) ptilinal suture 成蝇羽化初期额囊收入颅内后留存的缝，一般呈穹窿形。为双翅目有缝组 Schizophora 昆虫的特征之一，与一般昆虫的额缝(frontal suture)不同。

F

fa **法医昆虫学 forensic entomology, medicolegal entomology** 从法学角度研究有关昆虫及其近缘节肢动物的一门分支学科。

法医学 forensic medicine, legal medicine 应用医学、生物学及其他自然科学的理论、技术，研究并解决法律实践中有关医学问题的一门科学。

fang **放射免疫测定法(放射免疫测定) radioimmunoassay, RIA** 利用标记抗原对未标记抗原与专一性抗体结合的竞争性抑制，或者用未标记抗原对标记抗原与专一性抗体结合的竞争性抑制来测定抗原或抗体浓度的方法。

放血法 exsanguination 使从循环系统失去血液。

fei **非暴力死 non-violent death** 又称自然死，包括老衰死和病死。

非自然死 unnatural death 即暴力死。

非洲区 Afrotropical region 包括撒哈拉大沙漠及以南的非洲地区、阿拉伯半岛南部和马达加斯加。

fen **分类学 taxonomy** 将种与群编列成系统，显示相互间的关系及在自然分类中地位的科学。

粉被 pollen，pollinosity，pruinosity 极微细而致密的小鳞被，形成了体表成片的淡的粉状色斑，在不同光向下常可闪烁变色，如麻蝇腹部的粉被斑。

粪生的 stercoraceous 栖居或来往于粪中的。

feng **缝 suture** 两骨片拼接所留的分界线，里面无内脊；鞘翅目昆虫两鞘翅接合的缝，或其他目昆虫复翅或半鞘翅的接合缝。

fu **蜉蝣 mayfly** 蜉蝣目 Ephemerida 昆虫，幼期水生。

腐败 decomposition 死后，尸体在腐败菌作用下的逐渐分解过程。

腹部 abdomen 昆虫体躯的第3体段，也即最后一个体段，一般由9或10个明显的体节组成，在成虫期不具备有功能的足。

跗分节 tarsite，tarsomere 跗节亚节之一。

跗节 tarsus（复数 tarsi） 着生于胫节端部的分节构造，具有爪和爪垫。

腹节 abdomere 腹部的体节。

腐肉 carrion 腐烂中的动物肉。

腐生的 saprobiotic 生活于腐烂物中的。

复眼 compound eye 由小眼集合而成的视觉器官。

G

gan **干骸 dried remains** 尸体腐败、分解的最后一个阶段，紧接于进一步腐败之后，以很少动物在其上活动为特征。

干尸（木乃伊）mummy 尸体由于水分的急剧丧失，腐败过程中断，重量减轻，皮肤、内脏及软组织干缩、变硬而形成的一种保存型尸体。

干尸化 mummification 尸体或腐肉因高度脱水而干缩、硬化。

干湿球湿度计 psychrometer，dry and wet bulb hygrometer 一种测定相对湿度的仪器。

gang **纲 class** 生物界的分类阶元，较亚门为低而较目为高，如昆虫纲。

肛门 anus 消化道末端的开口，食物残渣经之排出。

gao **睾丸 testes** 雄虫中的管状构造，其中产生精原细胞，通常在后期发育形成精子。

高效液相色谱法（高效液相色谱）high-efficiency liquid chromatography，HELC 具有迅速和高度分辨能力的一种柱层析技术。可应用于各种样式的液相色谱法，如凝胶过滤、吸附、分配及离子交换。此装置包括柱子、液压系统、检测器和记录器。液体在压力下被连续地推动，通过维持于恒温的柱子，经过检测器然后进入分段收集器中。

gong **共寄生 synparasitism** 一个寄主上有2种或2种以上寄生昆虫同时存在的寄生现象。

gou **沟 sulcus**（复数 sulci） 体壁分部间或内折表面所留的沟，一般有内脊，以供肌肉着生。

构造 structure 昆虫的任何器官，附器或部分。

gu **骨化（硬化）sclerotization** 昆虫表皮因在外表皮中沉积骨化物质而硬化的过程。

骨片 sclerite 昆虫体壁被沟所围限的片

寄主有害。

寄生物 parasite　生活于另一种的体内或体上，以另一种为其营养的生物。

计算机 computer　通常，计算机由输入、输出设备、运算器、控制器、存储器组成。它能够接收输入的信息，并运行程序对信息进行处理，然后输出结果。早期，计算机只包括硬件，现在一般指硬件和软件相结合的系统，所以有时称为“计算机系统”。

计算机技术 computer technology　扩展人的思维器官处理信息和再生信息的功能的技术。

寄主 host　被寄生物寄生的个体。

jia　**甲虫 beetle**　鞘翅目 Coleoptera 昆虫的通称，该目种数超过 30 万，是昆虫纲 Insecta 中最大一目。

甲壳纲动物 crustacean　属于节肢动物门 Arthropoda 甲壳纲 Crustacea 的动物，如虾、蟹等。

jian　**茧 cocoon**　幼虫以丝或其他粘性纤维构成，用以保护蛹的外被覆盖物。

检索表 key　用以鉴定种、属等的表式。

渐变态的 paurometabolous　变态中形状的变化为渐进而不显著的。

间额 interfrontalia, vitta frontalis　指蝇类额的正中部，当初羽化时这部分是柔软的，在额囊完全收入额囊缝内后，其宽度才趋于固定。

jiao　**交配器 copulatory organs**　雌、雄性昆虫用以交配的构造。

jie　**节律 rhythm**　有规则的周期性变更。

节肢动物 arthropod　具分节附肢、外骨骼（由几丁质和蛋白质组成）及开放式循环系统的无脊椎动物。

jin　**进一步腐败 advanced decay**　在尸体腐烂过程中，紧接着迅速腐败之后的一个阶段，常以甲虫活动为特征。

jing　**颈 collar**　头胸间的构造。

胫节 tibia（复数 tibiae）　足的第 4 分部，基部连接于腿节，端部连接跗节。

胫距 tibial spurs　通常着生于胫节末端或近末端的 1 或数距。

ju　**咀嚼口器 chewing mouth parts**　适宜于咀嚼食物的口器。

咀吮口器 chewing and lapping mouth parts　如蜂的口器。

距 spur　表皮的刺状突起，由关节与体壁连接，通常位于胫节上。

聚寄生 gregarious parasitism　一个寄主上育出 2 个或 2 个以上寄生昆虫的寄生现象。

具芒的 aristate　双翅目昆虫中触角的一种形式，具触角芒。

聚生的 gregarious　群聚而居，但非社会性。

K

KAAD 混合液 KAAD　用以杀死幼虫的一种混合液，由 95% 乙醇、冰醋酸、火油及二恶烷配成。

kai　**凯氏溶液 Kahle's solution**　由乙醇、甲醛、冰醋酸和水配成，用以杀死和保存成虫

标本，或保存幼虫标本。

kan **砍伤 chop wound** 由锐利、有分量物体造成的、开裂颇深的伤害。

ke **科 family** 分类的 1 个阶元，包括若干属，其一或一系列特征相同，并有密切的亲缘关系，显然为 1 支所演化而来。

可卡因 cocaine 化学名苯甲酰甲基芽子碱，药用，常被滥用。

刻纹 sculpture 鞘翅或其他体面上的斑纹或凹凸式样。

kou **口 mouth** 通入消化道的前口，取食器位于该处，食物在该处被摄食。

口钩 mouth hooks 蝇类幼虫口器的一部分，在头部开口处左右各具 1 个坚强的爪状构造，往往也称为“上颚”。

口器 mouth parts 上唇、上下颚、下唇及其附器的总称。

口腔 mouth cavity 上唇及口器所包围的空间。

口上片 epistoma 在双翅目中，颜的构成部分之一，位于颜堤下端之间，上界为一略位于髭间一线的横痕，下界止于口器窝缘的膜质的体壁处。

口吸盘 oral sucker 双翅目昆虫中，唇瓣的大软垫当由喙端向外伸展时形成的宽盘。

kun **昆虫 insect** 昆虫纲的一员。

昆虫学 entomology 动物学的分支，专门研究昆虫的科学。

L

lan **滥用药物 drug abuse** 反复使用与医疗目的无关的，易产生耐受性、精神依赖性甚至身体依赖性药物的行为。

lei **累计日度 accumulated degree days, ADD** 日平均温度的总和。

累计时度 accumulated degree hours, ADH 各小时温度的总和。

li **离蛹 exarate pupa, free pupa** 蛹的一种类型，它的足和翅不是贴着在身体上，而是离开的，低等内翅类昆虫都是如此。

利他素 kairomone 对产生者无益，对接受者有益的天然化学成分。

丽蝇 blow fly, bottle fly 属于丽蝇科 Calliphoridae 的高等蝇类。

lian **连翅器 claustrum** 飞行时，使翅相联系的构造，或为钩，或为翅缘加厚，或为翅轭。

ling **龄期 stadium**（复数 stadia） 幼虫蜕皮间的期间。

luan **卵 egg, ovum** 昆虫一生中的第 1 阶段；一种可以受精的细胞，含有胚芽、卵黄及包膜。

卵巢 ovary（复数 ovaries） 产生卵子的雌性生殖腺。

卵壳 chorion 昆虫卵的外壳或包被物。

卵孔 micropyle 昆虫卵中的小孔，在受精时精子由此进入卵内。

卵生的 oviparous 由雌虫产卵而繁殖的。

卵胎生 ovoviviparity 昆虫中，卵尚在母虫体内即行孵化，因而产出幼虫的状况。

M

ma **麻蝇 flesh fly** 属于麻蝇科 Sarcophagidae 的高等蝇类。

吗啡 morphine 一种菲环衍生物,有 2 个羟基。

蚂蚁 ant 膜翅目 Hymenoptera 蚁科 Formicidae 昆虫,常捕食尸食性节肢动物,也可食腐肉。

mai **脉序 venation** 翅脉的整个系统。

man **螨 mite** 属于蛛形纲 Arachnida 蜱螨亚纲 Acari 的节肢动物。

mei **酶 enzyme** 生活细胞产生的、起生物化学反应催化剂作用的蛋白质,可分为氧化还原酶类、转移酶类、水解酶类、裂合酶类、异构酶类和连接酶类等 6 大类。

酶联免疫吸附测定 enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA 一种免疫酶技术。其基本原理是:将抗原(或抗体)吸附在固相载体上,酶标记抗体(或抗原)与相应的抗原(或抗体)反应后,结合在免疫复合物上的酶在遇到相应底物时,可以催化底物水解、氧化或还原产生有色物质,呈色反应的深浅与相应的抗体(或抗原)量成正比,故可借助呈色反应来定量抗体(或抗原)。

酶谱 zymogram 对酶进行电泳的结果,以显色剂或底物显示酶的位置。

men **门 phylum** 界之下、纲之上的分类阶元。

mo **模式标本 type** 由原作者所选定的标本来代表这一个种,并且用来作记述的根据,必须附有标签并发表过。

墨蝶呤 sepiapterin 由果蝇眼中提出的一种蝶呤(吡嗪环 7,8 位被还原)。

末端 caudal 体躯的后部或尾端。

mu **目 order** 纲(亚纲)之下、科(总科)之上的分类阶元。

N

nei **内表面 superficies interna** 任何器官或部分的内面。

内寄生 endoparasitism 寄生昆虫的幼虫生活在寄主体内的寄生现象。

ning **凝胶电泳 gel electrophoresis** 以凝胶为支持物的区带电泳。

P

pei **胚胎发育 embryonic development** 卵受精后至孵化前的发育阶段。

pi **蜱 tick** 蜱总科 Ixodoidea 动物,在脊椎动物上吸血、寄生。

皮革样化 parchment-like transformation 由于水分蒸发,尸体局部表面,尤其是湿润的创面和粘膜面,干燥、变硬,呈淡黄色或黄褐色,如羊皮纸样。

ping **平衡棒(平均棍) halter** 双翅目成虫后胸左右各一,位于侧板上方,为感觉器官,由后翅退化而来。可分为棒端(头状)、棒干(细长)和棒基(基部略粗,具密集的感觉小器)3 部分。

po **破茧器 sectoris coconis** 鳞翅目昆虫羽化时切破茧的构造,位置不一。

Q

qi **蛴螬形 scarabaeiform** 幼虫体形之一,如蛴螬。

气门 spiracle, spiracula(复数 spiraculae) 呼吸孔,空气经此进入气管。

气门上线 supraspiraculat line, suprastigmatal line 鳞翅目幼虫在气门上方的线或纹。

气门下线 subspiracular line 鳞翅目幼虫在气门下方的1条线或纹。

气相色谱-质谱法 gas chromatography-mass spectrometry, GC-MS, GC/MS 气相色谱和质谱技术的联合应用,先用气相色谱柱分离被测物质,然后再将其放到质谱仪中。

qian **前胸 prothorax, protothorax** 第1胸节,具有前足,不具翅。

前胸背板 pronotum 前胸节的背面。

前缘脉 costa, costal nervure 沿翅的前缘,由基部伸展至与亚前缘脉交接点的翅脉;昆虫翅的第1主脉。

qiang **枪弹创 gunshot wound** 由枪弹击中所造成的损伤。

qiao **鞘翅 elytra** 甲虫的革质或骨化前翅,静止时常在背中相遇成一直线。

qie **切创 incised wound** 由利器或边缘锋利物体所引起的创伤。

qing **氰化物 cyanide** 一类剧毒化合物,最主要的是氰化钾(KCN)和氰化钠(NaCN)。

蜻蜓 dragonfly 蜻蜓目 Odonata 昆虫,幼期水生。

qu **蛆 maggot, larvina** 双翅目昆虫的无足幼虫。

蛆病(蝇蛆症) myiasis 蛆所造成的伤害或病症。

趋光性 phototaxis 动物对光的定向;对光的正反应。

蛆团,蛆堆 maggot-mass 在腐烂尸体上挤在一起的蛆虫堆。

蛆型 muscidiform 圆筒形幼虫,头部细,尾部宽,蝇科 Muscidae、寄蝇科 Tachinidae 等幼虫都如此。

趋性 taxis 对刺激来源产生正或负的定向行为。

趋荫性 phototeletaxis 对荫蔽的定向活动。

quan **全北区 Holarctic region** 包括古北区与新北区的动物区域。

全变态(完全变态) complex metamorphosis 具有卵、幼虫、蛹、成虫4个虫期的变态。

全变态的 holometabolous 进行完全变态,有明显分开的卵、幼虫、蛹及成虫期的。

全变态昆虫 holometabolan 行完全变态的昆虫。

全纯饲料 holidic diet 可用化学式表示其成分的饲料,亦称化学规定饲料。

que **缺环 penellipse** 1行趾钩排列成半环或不到1整环,或是侧边有缺口,或是中央有缺口。

qun **群落 community** 在一定空间内生活的生物种群的聚合体。

R

rui **锐器伤 sharp instrument injury** 锐器所形成的损伤。

S

sai **鳃(气管鳃) branchia** 水栖幼虫的气管或鳃状突起。

san **三氧化二砷 arsenic trioxide** 俗称“砒霜”,为剧毒、无臭、无味的白色粉末。

sao **扫描电镜 scanning electron microscope, SEM** 一种电子显微镜,用极细的电子束在标本上往返扫描,使标本发射次极电子而产生图像,并加以放大。

sha **杀人 homicide** 蓄意杀害他人。

shang **上表皮 epicuticula** 表皮中盖在外表皮外面的不含几丁质的薄层。

上唇 labrum 覆盖于上颚基部,构成口前腔前盖的构造。

上颚 mandible 昆虫口器中的第1对颚。在咀嚼式口器昆虫中,坚强而呈齿状;在刺吸式口器昆虫中,呈针或剑状;蝇类幼虫的口钩。

shao **烧伤 burn** 由火焰及高温固体等所造成的损伤。

she **社会性昆虫 social insects** 昆虫成群生活在一起,一般分化为若干级或型,各有其特殊职能,如白蚁、蚂蚁。

shen **渗出液 seepage** 腐败尸体的液态渗出物。

sheng **生存率 survival rate** 成活百分数。

生活史 life history 自卵到幼虫或若虫,经过许多龄期,到蛹,到成虫,一系列变态,生活习性以及环境对它的影响,取食范围,寄主转移等都是生活史研究的范畴。

生活周期 life cycle 严格地说,指一昆虫卵的受精至个体死亡的时期;一般指由产卵至性成熟能产卵之间的天数。

生命表 life table 是一种统计方法,原先用于人口调查,主要详细记载死亡率、出生率与年龄结构,后来应用于其他生物。

生物地理学 biogeography 研究生物地理分布的分支学科。

shi **尸斑 livor mortis** 尸体中血液坠积于尸体低下部位的血管内,透过皮肤所呈现出的边缘不清的红色或暗红色斑痕。

尸袋 body bag 用来装运尸体,常用拉链启闭的防水袋。

尸僵 rigor mortis, cadaveric rigidity 死后,肌肉经短时间的松弛柔软后,尸体各肌群逐渐坚实僵硬,并轻度收缩,使关节固定的现象。

尸蜡 adipocere 由尸体组织分解造成,含盐与脂肪酸的独特蜡样物质,在潮湿生境中特多;浸泡在水中或埋于潮湿泥土中的尸体,皮下脂肪组织因皂化或氢化所形成的污黄白色的蜡样斑块。

尸冷 algor mortis 人死后,尸体温度逐渐下降,直至与周围环境温度相一致或略低于环境温度,称为“尸冷”。尸体温度由直肠测定,如刚死时体温37℃左右,气温在15~20℃,平均每小时下降0.5~1℃。尸体温度降至与周围环境温度相等约需24 h。一般刚死时尸温下降慢,死亡10 h后下降快,以后又减慢。

尸体 corpse, remains 死后的遗体。

尸体解剖 autopsy 解剖尸体,以探明死因。

食草的 herbivorous 取食植物组织的。

食虫的 insectivorous, entomophagous 以取食昆虫为生的。

石蛾 caddis fly 毛翅目 Trichoptera 昆虫,幼期水生。

食粪的 scatophagous, merdivorous, coprophagous, coprophagus 以粪或排泄物为食料的。

食粪性 coprophagy 以粪为食料。

食腐的 saprophagous 取食死的或腐烂的动物质或植物质的。

食腐动物 scavenger 以腐败或废物为食的动物。

食菌的 mycetophagous 以菌类为食料的。

食肉的 sarcophagous 取食肉类的。

食尸的 necrophagous, necrophagus 取食尸体或腐烂物质的。

食物链 food chain 食物能量的转移,从植物到一系列动物,成为链形。

食物网 food web 许多食物链互相连结成为食物网。

食血的 haemophagous, sanguinivorous 取食血液的。

食叶的 phyllophagous 取食植物叶组织的。

食植的 phytophagous, phytophagus 以植物为食料的。

shou **受精 fertilization** 精子穿过卵孔与卵细胞核结合。

shu **属 genus** 种的集合,它们的若干或一系列特征相同。

shuang **双向电泳 two-dimensional electrophoresis** 一种平板的电泳技术,测定成分,先以单向进行电泳,然后平板转 90°进行第 2 次电泳。

双向色谱法 two-dimensional chromatography 一种平板的色谱技术,测定成分,先以单向分离,然后平板转 90°进行第 2 次分离。

shui **水肿 edema** 组织因液体的大量累积而肿胀。

si **丝腺 silk glands** 分泌液体遇空气后硬化成丝的腺体。

丝形的 filiform 线状的;细长而直径相等的。

死后间隔时间 postmortem interval, PMI 死亡至尸体发现之间的时间。

死后人为现象 postmortem artifacts 人体死亡后,由于外来偶然因素的作用,尸体所发生的改变。如抢救、搬运或尸体检验时,因操作不当所引起的人为损伤;水中尸体在漂浮中受到的撞击,陆上尸体遭车轮辗轧,等等;也包括虫、鱼、鸟、兽的取食在内。

死前的 antemortem 死亡之前的。

死亡 death 以呼吸、心血管、神经系统停止活动为特征的生命的丧失。

T

tan **弹器 furca**(复数 furcae), **saltatorial appendage, saltatory appendage** 弹尾目昆虫中用以跳跃的器官。

ti **体壁 body wall** 由外胚层所形成的身体最外层，由真皮、表皮和底膜组成。

体腔 coelomic cavity 内脏和体壁间的空隙。

tiao **条 stripe, vitta** 与体纵轴并行的长条状斑纹。

tou **头(头部) head** 昆虫体躯的前部，具口器和触角，有认为由6个原始节构成，亦有认为由4节组成。

头顶 vertex 头部介于眼、额及后头之间的顶部。

头端 cephalic 体躯的前部或头的一端。

头胸部 cephalothorax 某些节肢动物体躯的前部，包含愈合的头和胸2部分。

透射电镜 transmission electron microscope, TEM 一种电子显微镜，成像的实质是用不带有信息的电子射线，在通过样品时和样品发生作用；当电子射线在样品另一方重新出现时，已带有有关样品的信息，然后进行放大处理，使人们能够看见并进行解释。

tu **吐滴 vomit drop** 呕吐物质滴，出现于蝇类喙的端部。

tui **腿节(股节) femur** (复数 femora) 常为足中最粗壮强大的1节，通过转节和基节与体躯连接，端部具胫节。

蜕 moult 昆虫在幼虫或若虫生长过程中脱去表皮；脱下的蜕。

蜕皮 moulting 昆虫周期性脱去旧表皮形成新表皮的过程，常在同时体壁和其他器官发生构造上的变化。

蜕皮激素 moulting hormone 昆虫体内所产生的能导致蜕皮的一种激素，其来源认为是脑中的神经分泌细胞和前胸腺等器官。

tun **臀板 pygidium** (复数 pygidia) 腹部末节的背板。

臀角 metagonia 翅的后角。

臀足(尾足) caudal leg, caudal proleg 幼虫末节上的1对腹足。

tuo **脱氧核糖核酸 deoxyribonucleic acid, DNA** 是一个多核苷酸，以它的2－脱氧－D－核糖和尿嘧啶、胞嘧啶、胸腺嘧啶的含量表示它的特性。在绝大多数有机体中构成遗传物质并且是由基因组成，和组蛋白一起形成高等生物的染色体。

W

wai **外表面 superficies externa** 任何器官或部分的外面。

外表皮 exocuticula 表皮中含有几丁质的外层，处于上表皮之下。

外骨骼 exoskeleton 肌肉着生在其里面的全部体壁。

外寄生 ectoparasitism 寄生昆虫的卵、幼虫和蛹都生活在寄主体外的寄生现象。

外寄生物 ectoparasite 生活于其寄主体表的寄生物。

外生殖器 genitalia 成虫腹部生殖节上特化的用以交配和产卵的器官。

wei **微毛 microchaeta** 极微小的毛。

围蛹 coarctate pupa, puparium (复数 puparia) 留在旧的幼虫皮里的蛹。这类蛹实际上是离蛹，但蛹体外方由末龄幼虫表皮形成的囊所包围，如蝇类的蛹。

尾须 cercus (复数 cerci) 腹部第11节上成对的附器。

尾足 anal leg 幼虫腹部末端的足。

wo **握弹器 clasp** 弹尾目昆虫中，位于第3腹节腹面中央，具有2分叉的微小器官，用以握住弹器。

wu **无变态的 ametabolous** 发育不经变态的，属原始状态，幼期极像成虫。

无脊椎的 invertebral 无背骨或脊椎的。

无脊椎动物 invertebrate 动物无背骨或脊椎者。

物证 physical evidence 任何有助于证实或否定某一疑点的实物。

X

XAAD 混合液 XAAD, X. A. A. D. 由二甲苯、异丙醇、冰醋酸以及二恶烷配成，专用来杀死幼虫标本。

xi **吸虫器 aspirator** 用玻璃管制成的吸虫用具。

喜尸的 necrophilous 喜食尸体或腐肉的。

系统分类学 systematics 系统研究分类工作的科学。

xia **下表面 superficies inferia** 任何器官或部分的下面。

下唇 labium 第2下颚，在第1下颚之后，上唇的对面。

下颚 maxilla（复数 maxillae） 咀嚼式口器昆虫的第2对颚，通常由5部分组成；口器起变化时，下颚常存在而为其有机能部分所代表。

xian **腺 gland** 分泌某种特殊产物(如唾液、蜡、丝、激素等)的器官或构造。

线粒体 DNA mitochondrial DNA, mtDNA 线粒体中的DNA。线粒体是需氧真核细胞中的一种亚细胞器，是细胞呼吸的场所，于其中进行柠檬酸循环、电子传递和氧化磷酸化。线粒体含有DNA、RNA和核糖体，能进行蛋白质合成，并能自身复制。

xiang **相对湿度 relative humidity, RH** 空气中实际水汽压 e 与当时气温下饱和水汽压 E 之比，以百分数(%)表示。即：$f=\frac{e}{E}\times 100\%$ 。相对湿度的大小表明空气距离饱和的程度。饱和湿空气的相对湿度等于100%。

xiao **消化道 alimentary canal** 消化食物的管道。在昆虫中由内胚层起源的中肠、外胚层起源的口道和肛道组成。

小盾片 scutellum（复数 scutelli） 昆虫中胸和后胸的第3背面骨片；鞘翅目昆虫中，鞘翅间的三角形片；异翅亚目中，中胸的三角形部分，常位于半鞘翅基部间，但有些多少被覆盖；双翅目昆虫中，中胸被一刻线划出的亚半圆部分。

小气候 microclimate 小生境中的气候。

xie **携播 phoresy** 昆虫间相互关系之一，其中一种被另一种较大昆虫所携带，但前者并不以后者为食。

xin **新北区 Nearctic region, Neoarctic region** 动物地理区域之一。包括格陵兰、加拿大、美国(不包括夏威夷)、墨西哥的沙漠和半沙漠地区，南到北回归线。

新热带区 Neotropical region 包括南美洲、中美洲、西印度群岛及墨西哥海岸。墨西哥大部为新热带区和新北区间的过渡地带。

新月片 lunule 新月形骨片,位于昆虫头部颜的上方正中,系双翅目环裂亚目 Cyclorrhapha 昆虫的特征之一。

信号物质(信息化合物) semiochemicals 生物所产生的能引起另一生物行为或生理反应的化合物。

信息素 pheromone 昆虫释放的挥发性物质,引起不同个体的嗅觉反应,以传递信息。

xing　**形态发生 morphogenesis** 生物有机体各种构造的发生过程。

形态学 morphology 研究生物形态的科学。

性引诱剂 sex attractant 雌虫或雄虫分泌的引诱异性的信息素,或人工合成的有此效应的化合物。

xiong　**胸(胸部) thorax**(复数 thoraces) 昆虫的第2体段,具有足和翅,由3节构成。

雄虫 male 具产生精子器官的性别,以天文学火星记号"♂"表示

雄外生殖器 exeterior paramera 雄虫的外生殖器。

xue　**学名 scientific name** 一个分类单元的拉丁文或拉丁化的名称。

血迹 blood spatter 溅布的血点。

血肿 hematoma 因内出血引起的组织内血液积聚。

xun　**迅速腐败 active decay** 在尸体腐烂过程中,紧接着肿胀之后的一个阶段,常以大量蛆虫活动为特征,最后尸体重量迅速下降。

Y

ya　**鸦片(阿片) opium** 从罂粟未成熟果荚划痕处流出的乳白色液体,经干燥后形成的褐色膏状毒品。

亚纲 subclass 生物分类中,纲的次分部。

亚科 subfamily 以模式属为名,字尾为-inae;包括一群密切联系的属,而与其他相联的群不同,但尚不足以建立为科。

亚目 suborder 目的分部,较科为高。

亚属 subgenus 属内的分部,根据不足以分立为属的特征而建立。

亚种 subspecies 由于地理环境或寄主不同产生变异而形成的种内一个部分。

亚族 subtribe 分类中,族内的分部,具有较族特征为次要的表征。

yan　**颜 facia** 在双翅目昆虫中,由单一的新月片、中颜板和口上片以及成对的颜堤4部分构成,位于额囊缝的紧下方。

颜堤 facialia 双翅目昆虫中,颜的构成部分之一,位于中颜板的两侧,上具颜鬃(facial bristles),下端常具1大型的鬃,称"髭"(vibrissa)。

颜鬃 facial bristles 蝇类成虫颜堤上的鬃。

眼 eye 视觉器官,昆虫中由无数小眼组成,头的每边1个。一般专用于复眼,但有时亦用于单眼。

眼点 eye spot 退化的单眼。

眼合生 holoptic 指两复眼前缘相接,额仅如一线,如大头金蝇的雄性。

眼离生 dichoptic 指两复眼间有明显的距离，一般间额常大于或至少等于侧额宽。如绝大多数麻蝇族 Sarcophagini 的雄性以及有瓣蝇类 Calyptratae 的雌性几乎总是眼离生的。

演替 succession 生态发育的过程和次序。

演替系列 sere 群落中替代的系列。

眼相接近 eyes approximated 指两复眼间距比离生的要近，但比合生、亚合生的为宽。

眼亚合生 subholoptic 指两复眼前缘极靠近，但侧额还存在，间额如线，如反吐丽蝇的雄性。

验尸官 coroner 负责查验尸体，以探究死亡方式和原因的官员。

yang **阳茎 internal paramera，phallic organ，phallus** 交配时，雄性的插入器官，生殖孔位于其中。

养虫室 insectary 饲养及研究昆虫的建筑物。

yao **摇蚊 midge** 属于摇蚊科 Chironomidae 的双翅目昆虫。

咬痕 bite marks 牙齿啃食后在皮肤等之上留下的痕迹。

药瘾(吸毒成瘾) drug addiction 滥用毒品如鸦片、海洛因、吗啡、大麻、可卡因以及其他能使人形成瘾癖的麻醉药品和精神药品的行为。

yi **医学昆虫学 medical entomology** 研究人体及家畜虫害的学科，通常也包括蜱螨在内。

一氧化碳 carbon monoxide，CO 一种无色、无臭、无刺激性的气体，可以在空气中达到致死浓度而长时间不被察觉。

乙醇(酒精) ethyl alcohol，ethanol，ETOH，EtOH C_2H_5OH，分子量 46.05，无色液体，有醚香气。

yin **引物 primer** 是供聚合反应需要的基质，结构上类似于反应产物。体外合成 DNA 时即需用引物。

ying **蝇总科昆虫 muscoid** 与蝇科 Muscidae 近缘的蝇类；蝇总科 Muscoidea 昆虫。

yong **蛹 pupa** 全变态昆虫在幼虫和成虫之间的一个外观静止不活动的虫期。

蛹化 pupation 变化成蛹的过程。

you **有机磷农药 organophosphorus pesticides** 含磷有机杀虫、杀菌剂。

幼虫 larva（复数 larvae） 离开卵后的幼期昆虫，与成虫形状有区别。

蚴生的 larviparous 生产活幼虫的，如某些双翅目昆虫。

yu **羽化 emergence** 成虫从它的前一虫态脱皮而出的过程。

预蛹 prepupa 昆虫蛹期之前，一个不再取食的阶段。

yuan **原寄生 protoparasitism** 以非寄生昆虫为寄主的寄生现象。

原生刚毛 primary setae 鳞翅目幼虫身体上的刚毛，有一定的数目和一定的位置，各龄都有，尤其是第 1 龄。

原始现场 primary crime scene 发现尸体，怀疑是被杀或自杀的地方。

Z

za **杂食性的 omnivorous** 取食各种动物性质或植物性质的食料,或两者兼食的。

zao **皂化 saponification** 油脂于高压下与水蒸气作用,或有少量碱存在时,分解吸收水分子,生成甘油及脂肪酸的混合体。

ze **侧额 parafrontalia** 又称“前眶部”(orbit),指蝇类额的两旁与复眼前缘相接处,其下方与侧颜相连接。

zhen **真皮 epiderma, epidermis** 昆虫体壁的细胞层,位于表皮之下,并且分泌表皮。

zhi **肢 periopods** 节肢动物中,用以行走的足、肢或附器。

栉 ctenidium 由成行的短直而略密的刺状鬃形成,如某些麻蝇雄性的中足股节常具栉。

稚虫 naiad 半变态类的水生若虫。

滞育 diapause 一种停止活动或发育的状态。

zhong **中肠 midgut** 昆虫胃及其盲囊等构造的总称。

中脉 media 纵脉的第4条,由基部伸展约经翅中部,不多于4分支。

中胸 mesothorax 具有中足和前翅的第2胸节。

中颜板 mid-facial plate 双翅目昆虫中,颜面的中央部分。

种 species(单、复数同) 分类学的一个级位,在属之下,包括亚种、变种和宗,具有统一的构造和适应幅度,占有一定地理分布,能自相繁殖而对其他群体则呈现生殖隔离。

种下单位 infraspecies 种以下的分类单位,如亚种。

肿胀 bloat 尸体腐烂过程中,紧接着新鲜阶段的一个短暂阶段,以内部产生大量气体而肿起为特征。

中毒 poisoning 机体受到毒物作用而引起功能性或器质性改变所出现的疾病状态。因中毒致死的称“中毒死”。

zhou **肘脉 cubitus** 昆虫翅的第5纵脉。

昼夜节律 circadian rhythm 昼与夜的行为周期变化。

zhu **贮精囊 seminal vesicle** 输精管上的膨大囊,精子贮藏在其中。

zhua **爪 claw** 昆虫足的末端,通常为成对中空、尖锐的多细胞器官。

zhuan **转节 trochanter** 昆虫足的1节,位于基节与腿节之间。

zi **髭 vibrissa**(复数 vibrissae) 蝇类成虫颜堤下端的大型的鬃,以往称为“鬣”。

自然死 natural death 即非暴力死。

自溶 autolysis 死后,组织细胞失去生活功能,受本身固有水解酶的作用而发生细胞结构的破坏,器官软化。

自杀 suicide 故意的自我杀害。

zong **鬃 bristle** 直而强大的毛。

鬃位 bristle position 指鬃着生的位置。

鬃序 chaetotaxy 鬃毛排列的方式,一般以数字来表示。例如“腹侧片鬃1:2”,即指

腹侧片前方有1鬃,后方有2鬃,而前、后两者间并无沟分隔;"背中鬃2+3"即指前背中鬃2,后背中鬃3,两者之间有盾沟分隔。

总纲 superclass 分类中2或多纲的集合,具有某些共同重要特征。

总科 superfamily 分类中较目为小的分部,包括一系列的科,字尾为-oidea。

总目 superorder 数个联系较密切的目的集合。

总属 supergenus 分类中,数个密切联系属的集合。

总族 supertribe 分类中,几个密切联系的族的集合。

纵脉 longitudinal veins 纵伸的翅脉,或直接由基部起始,或起源于基部翅脉的分支。

zu

足 foot(复数 feet) 成对的、具行动功能的器官。在昆虫成虫中,每一胸节着生1对,由基节、转节、腿节、胫节、跗节和前跗节组成。

足基线 pedal line 鳞翅目幼虫身体上沿着足基部的1条线。

附录 2

法医昆虫学上常用术语英汉对照表

叶恭银　胡　萃

A

abdomen 腹部
abdomere 腹节
abrasion 擦伤
accumulated degree days 累计日度
accumulated degree hours 累计时度
active decay 迅速腐败
ADD 累计日度
ADH 累计时度
adipocere 尸蜡
adult 成虫
advanced decay 进一步腐败
adventral line 侧腹线
Afrotropical region 非洲区
algor mortis 尸冷
alimentary canal 消化道
ametabolous 无变态的
amphetamine 苯丙胺
anal leg 尾足
ant 蚂蚁
antemortem 死前的
antenna（复数 antennae）触角
anus 肛门
apical angle 顶角
areae 翅室
areolae 翅室
arista 触角芒
aristate 具芒的
arrhenotoky 产雄孤雌生殖
arsenic trioxide 三氧化二砷
arthropleure 侧板
arthropleuron 侧板
arthropod 节肢动物
aspirator 吸虫器
Australian region 大洋洲区
autolysis 自溶
autopsy 尸体解剖

B

back 背
band 横带
basitarsus 基跗节
beetle 甲虫
Berlese / Tullgren funnel 伯 – 塔氏漏斗
biogeography 生物地理学

bite marks 咬痕
bloat 肿胀
blood spatter 血迹
blow fly 丽蝇
blunt instrument injury 钝器伤
body bag 尸袋
body wall 体壁
bottle fly 丽蝇
branchia 鳃,气管鳃
bristle 鬃
bristle position 鬃位
bruise 挫伤
burn 烧伤

C

cadaveric rigidity 尸僵
caddis fly 石蛾
cannabis 大麻
cantharidin 斑蝥素
carbon monoxide 一氧化碳
carrion 腐肉
caudal 末端
caudal leg 臀足,尾足
caudal proleg 臀足,尾足
cell 翅室
cephalic 头端
cephalothorax 头胸部
cercus（复数 cerci）尾须
chaetotaxy 鬃序
chewing and lapping mouth parts 咀吮口器
chewing mouth parts 咀嚼口器
chitin 几丁,几丁质
chop wound 砍伤
chorion 卵壳
circadian rhythm 昼夜节律
clasp 握弹器
class 纲
claustrum 连翅器
clavola 鞭节
claw 爪
coarctate pupa 围蛹
cocaine 可卡因
cocoon 茧
coelomic cavity 体腔
collar 颈
community 群落
complex metamorphosis 全变态,完全变态
compound eye 复眼
computer 计算机
computer technology 计算机技术
contusion 挫伤
coprophagous 食粪的
coprophagus 食粪的
coprophagy 食粪性
copulatory organs 交配器
coroner 验尸官
corpse 尸体
costa 前缘脉
costal nervure 前缘脉
coxa（复数，coxae）基节
cross veins 横脉
crustacean 甲壳纲动物
ctenidium 栉
cubitus 肘脉
cuticle 表皮
cuticula 表皮
cyanide 氰化物

D

death 死亡
death scene 死亡现场
decomposition 腐败
deoxyribonucleic acid 脱氧核糖核酸
deuterotoky 产两性孤雌生殖
diapause 滞育
dichoptic 眼离生

disappearing evidence 短暂证据
disarticulation 断离
DNA 脱氧核糖核酸
dobsonfly 齿蛉,鱼蛉
dorsal 背面的
dragonfly 蜻蜓
dried remains 干骸
drug abuse 滥用药物
drug addiction 药瘾,吸毒成瘾
dry and wet bulb hygrometer 干湿球湿度计

E

ectoparasite 外寄生物
ectoparasitism 外寄生
edema 水肿
egg 卵
electric injury 电击伤
electrophoresis 电泳
ELISA 酶联免疫吸附测定
elytra 鞘翅
embryonic development 胚胎发育
emergence 羽化
endoparasitism 内寄生
entomology 昆虫学
entomophagous 食虫的
enzyme 酶
enzyme-linked immunosorbent assay 酶联免疫吸附测定
epicuticula 上表皮
epiderma 真皮
epidermis 真皮
epiparasitism 重寄生
epistoma 口上片
eremoparasitism 独寄生
ethanol 乙醇
Ethiopian region 非洲区
ethyl alcohol 乙醇
ETOH 乙醇
EtOH 乙醇
exarate pupa 离蛹
exocuticula 外表皮
exoskeleton 外骨骼
expanse 翅展
expansio alarum 翅展
exsanguination 放血法
exterior genitalia 外生殖器
exterior paramera 雄外生殖器
exuviate 蜕皮
eye spot 眼点
eye 眼
eyes approximated 眼相接近

F

facia 颜
facial bristle 颜鬃
facialia 颜堤
family 科
fascia 横带
fauna 动物区系
feces 粪便,排泄物
female 雌虫
femur (复数 femora) 腿节,股节
fertilization 受精
filiform 丝形的
firearm injury 火器伤
flesh fly 麻蝇
food chain 食物链
food web 食物网
foot (复数 feet) 足
forensic entomology 法医昆虫学
forensic medicine 法医学
free pupa 离蛹
frenulum 翅缰
frenulum hook 翅缰钩
frons 额
frostbite 冻伤

furca (复数 furcae) 弹器

G

gas chromatography-mass spectrometry 气相色谱-质谱法
GC-MS 气相色谱-质谱法
gel electrophoresis 凝胶电泳
GenBank 基因银行
gene 基因
genitalia 外生殖器
genus 属
gland 腺
gregarious 聚生的
gregarious parasitism 聚寄生
gunshot wound 枪弹创

H

haemophagous 食血的
halter 平衡棒,平均棍
hatching 孵化
head 头部,头
HPLC 高效液相色谱法,高效液相色谱
hematoma 血肿
hemelytron (复数 hemelytra) 半鞘翅
hemielytron (复数 hemielytra) 半鞘翅
hemimetabolous 半变态的
hemorrhage 出血
herbivorous 食草的
heroin 海洛因
hibernation 冬蛰
high-efficiency liquid chromatography 高效液相色谱法,高效液相色谱
Holarctic region 全北区
holidic diet 全纯饲料
holometabolan 全变态昆虫
holometabolous 全变态的
holoptic 眼合生
homicide 杀人
host 寄主
hyperparasite 重寄生物

I

incised wound 切创
indigenous 本土的
infraspecies 种下单位
insect 昆虫
insectary 养虫室
insectivorous 食虫的
instar 虫龄
interfrontalia 间额
internal paramera 阳茎
invertebral 无脊椎的
invertebrate 无脊椎动物

J

juvenile hormone 保幼激素

K

KAAD KAAD 混合液
Kahle's solution 凯氏溶液
kairomone 利他素
key 检索表

L

labium 下唇
labrum 上唇
laceration 挫裂创
larva (复数 larvae) 幼虫
larvina 蛆
larviparous 蚴生的
legal medicine 法医学
life cycle 生活周期
life history 生活史
life table 生命表
livor mortis 尸斑
lobulus (复数, lobuli) 翅瓣

longitudinal veins 纵脉
lunule 新月片

M

maggot 蛆
maggot-mass 蛆团，蛆堆
male 雄虫
mandible 上颚
manslaughter 过失杀人者
marihuana 大麻
marijuana 大麻
maxilla（复数 maxillae）下颚
mayfly 蜉蝣
media 中脉
medical entomology 医学昆虫学
medicolegal entomology 法医昆虫学
merdivorous 食粪的
meridic diet 半纯饲料
mesothorax 中胸
metagonia 臀角
metamorphosis 变态
metathorax 后胸
microchaeta 微毛
microclimate 小气候
micropyle 卵孔
mid-facial plate 中颜板
midge 摇蚊
midgut 中肠
mite 螨
mitochondrial DNA　线粒体 DNA
monoparasitism 单寄生
monophagous parasitism 单主寄生
monophagy 单食性
morphine 吗啡
morphogenesis 形态发生
morphology 形态学
moult 蜕
moulting 蜕皮
moulting hormone 蜕皮激素
mouth 口
mouth cavity 口腔
mouth hooks 口钩
mouth parts 口器
mtDNA　线粒体 DNA
mummification 干尸化
mummy 干尸、木乃伊
muscidiform 蛆型
muscoid 蝇总科昆虫
mycetophagous 食菌的
myiasis 蛆病，蝇蛆症

N

naiad 稚虫
natural death 自然死
Nearctic region 新北区
necrophagous 食尸的
necrophagus 食尸的
necrophilous 喜尸的
Neoarctic region 新北区
Neotropical region 新热带区
nervules 翅脉
nervures 翅脉
non-violent death 非暴力死

O

obtect pupa 被蛹
ocellae 侧单眼
ocellus（复数，ocelli）单眼
oligophagous parasitism 寡主寄生
omnivorous 杂食性的
opium 鸦片，阿片
oral sucker 口吸盘
order 目
organophosphorus pesticides 有机磷农药
Oriental region 东洋区
ovary（复数 ovaries）卵巢

oviparous 卵生的
oviposition 产卵
ovipositor 产卵器
ovoviviparity 卵胎生
ovum（复数 ova）卵

P

Palearctic region 古北区
parafrontalia 侧额
parasite 寄生物
parasitism 寄生，寄生现象
parchment-like transformation 皮革样化
patch 斑
paurometabolous 渐变态的
PCR 多聚酶链式反应
pedal line 足基线
penellipse 缺环
periopods 肢
phallic organ 阳茎
phallus 阳茎
pheromone 信息素
phoresy 携播
photoperiod 光周期
phototaxis 趋光性
phototeletaxis 趋荫性
phyllophagous 食叶的
phylum 门
physical evidence 物证
phytophagous 食植的
phytophagus 食植的
PMI 死后间隔时间
poison 毒物
poisoning 中毒
pollen 粉被
pollinosity 粉被
polymerase chain reaction 多聚酶链式反应
polyparasitism 多寄生
polyphagous parasitism 多主寄生
postmortem artifacts 死后人为现象
postmortem interval 死后间隔时间
predaceous 捕食的
predacious 捕食的
predation 捕食
predatism 捕食性
predator 捕食者
prepupa 预蛹
primary crime scene 原始现场
primary ocelli 背单眼
primary parasitism 初寄生
primary setae 原生刚毛
primer 引物
proboscis 喙
pronotum 前胸背板
prothorax 前胸
protoparasitism 原寄生
protothorax 前胸
pruinosity 粉被
psychrometer 干湿球湿度计
pteridine 蝶啶
pterin 蝶呤
ptilinal suture 额囊缝
ptilinum 额囊，额胞
pupa 蛹
puparium（复数 puparia）围蛹
pupate 化蛹
pupation 蛹化
pygidium（复数 pygidia）臀板

R

radioimmunoassay 放射免疫测定法，放射免疫测定
relative humidity 相对湿度
remains 尸体
RH 相对湿度
rhythm 节律
RIA 放射免疫测定法，放射免疫测定

ribonucleic acid 核糖核酸
rigor mortis 尸僵
RNA 核糖核酸

S

saltatorial appendage 弹器
saltatory appendage 弹器
sanguinivorous 食血的
saponification 皂化
saprobiotic 腐生的
saprophagous 食腐的
sarcophagous 食肉的
scanning electron microscope 扫描电子显微镜
scarabaeiform 蛴螬形
scatophagous 食粪的
scavenger 食腐动物
scientific name 学名
sclerite 骨片
sclerotization 骨化,硬化
sculpture 刻纹
scutellum (复数 scutelli) 小盾片
secondaries 后翅
sectoris coconis 破茧器
seepage 渗出液
SEM 扫描电子显微镜
seminal vesicle 贮精囊
semiochemicals 信号物质,信息化合物
sepiapterin 墨蝶呤
sere 演替系列
sex attractant 性引诱剂
sharp instrument injury 锐器伤
silk glands 丝腺
social insects 社会性昆虫
species (单、复数同) 种
spine 刺
spiracle 气门
spiracula (复数 spiraculae) 气门
spoile 蜕
spur 距
stab wound 刺创
stadium (复数 stadia) 龄期
stage 虫期
standard deviation 标准差
standard error 标准误
stercoraceous 粪生的
stripe 条
structure 构造
subclass 亚纲
subfamily 亚科
subgenus 亚属
subholoptic 眼亚合生
suborder 亚目
subspecies 亚种
subspiracular line 气门下线
subtribe 亚族
subventral line 侧腹线
succession 演替
sudden death 猝死
sudden unexpected natural death 猝死
suicide 自杀
sulcus (复数 sulci) 沟
superclass 总纲
superfamily 总科
superficies externa 外表面
superficies inferia 下表面
superficies interna 内表面
supergenus 总属
superorder 总目
supertribe 总族
supraspiraculat line 气门上线
suprastigmatal line 气门上线
survival rate 生存率
suture 缝
synparasitism 共寄生
systematics 系统分类学

T

tarsite 跗分节
tarsomere 跗分节
tarsus（复数 tarsi）跗节
taxis 趋性
taxonomy 分类学
TEM 透射电子显微镜
tergum 背板
testes 睾丸
thelyotoky 产雌孤雌生殖
thin-layer chromatography 薄层色谱法
thin-layer electrophoresis 薄层电泳
thorax（复数 thoraces）胸，胸部
thysanuriform 蛃型
tibia（复数 tibiae）胫节
tibial spurs 胫距
tick 蜱
toxicity 毒性
transmission electron microscope 透射电镜
trochanter 转节
two-dimensional chromatography 双向色谱法
two-dimensional electrophoresis 双向电泳
type 模式标本

U

unnatural death 非自然死
urban entomology 城市昆虫学

V

veins 翅脉
venation 脉序
vernantia 蜕皮
vertebrate 脊椎动物
vertex 头顶
vibrissa（复数 vibrissae）鬃
violent death 暴力死
vitta 条
vitta frontalis 间额
vomit drop 吐滴

W

wing 翅
wing cell 翅室
witness 证人
wound 创

X

XAAD　XAAD 混合液
X. A. A. D.　XAAD 混合液

Z

zymogram 酶谱

重庆出版社科学学术著作
出版基金资助

第一批书目

蜱螨学　　李隆术　李云瑞 编著
变形体非协调理论　　郭仲衡　梁浩云 编著
胶东金矿成因矿物学与找矿　　陈光远　邵　伟　孙岱生 著
中国天牛幼虫　　蒋书楠 著
中国近代工业史　　祝慈寿 著
自动化系统设计系统学　　王永初　任秀珍 著
宏观控制论　　牟以石 著
法学变革论　　文正邦等 著

第二批节目

中国自然科学的现状与未来　　全国基础性研究状况调研组
　　中国科学院科技政策局
中国水生杂草　　刁正俗 著
中国细颚姬蜂属志　　汤玉清 著
同伦方法引论　　王则柯　高堂安 著
宇宙线环境研究　　虞震东 著
头位难产　　凌萝达 顾美礼 主编
中国现代工业史　　祝慈寿 著
中国古代经济史　　余也非 著
劳动价值的动态定量研究　　吴鸿城 著
社会主义经济增长理论　　吴光辉等 著

中国明代新闻传播史	尹韵公 著
现代语言学研究——理论、方法与事实	陈　平 著
艺术教育学	魏传义 主编
儿童文艺心理学	姚全兴 著
从方法论看教育学的发展	毛祖桓 著

第 三 批 书 目

奇异摄动问题数值方法引论	苏煜城　吴启光 著
结构振动分析的矩阵摄动理论	陈塑寰 著
中国古代气象史稿	谢世俊 著
临床水、电解质及酸碱平衡	江正辉 主编
历代蜀词全辑	李　谊 辑校
中国企业运行的法律机制	顾培东 著
法西斯新论	朱庭光 主编
《易》与人类思维	张祥平 著

第 四 批 书 目

计算流体力学	陈材侃 著
中国北方晚更新世环境	郑洪汉等 著
质点几何学	莫绍揆 著
城市昆虫学	蒋书楠 主编
马克思主义哲学与现时代	李景源 主编
马克思主义的经济理论与中国社会主义	项启源 主编
科学社会主义在中国	李凤鸣　张海山 主编
马克思主义历史观与中华文明	王戎笙 主编
莎士比亚绪论——兼及中国莎学	王佐良 著
中国现代诗学	吕　进 著
汉语语源学	任继昉 著
中国神话的思维结构	邓启耀 著

第 五 批 书 目

重磁异常波谱分析原理及应用	刘祥重 著
烧伤病理学	陈意生等 著
寄生虫病临床免疫学	刘约翰 主编
国民革命史	黄修荣 著
现代国防论	王普丰　王增铨 主编
中国农村经济法制研究	种明钊 主编
走向21世纪的中国法学	文正邦 主编

复杂巨系统研究方法论	顾凯平等 著
辽金元教育史	程方平 著
中国原始艺术精神	张晓凌 著
中国悬棺葬	陈明芳 著

第六批书目

非线性量子力学理论	庞小峰 著
薄壳理论	薛大为 著
胆道流变力学	吴云鹏 主编
乙型肝炎的发病机理及临床	张定凤 陶其敏等 著
中国蚜小蜂科分类	黄 建 著
中国历史时期植物与动物变迁研究	文焕然等 著
中国新闻学术发展史	徐培汀 著
列宁哲学思想的历史命运	张翼星 著
唐高僧义净及其著作论考	王邦维 著
中国远征军史	时广东 冀伯祥 著
中国民间美术史	王朝闻 主编
历代蜀词全辑续编	李 谊 辑校

第七批书目

亚夸克理论	焦善庆 蓝其开 著
肝癌	江正辉 黄志强 主编
面向对象的程序设计理论与方法	郑纬民 田金兰 著
多媒体应用的开发技术	徐光祐 主编
计算机系统安全	卢开澄 主编
声韵语源论	齐冲天 著
幼儿文学概论	张美妮 著
黄河上游地区历史与文物	芈一之 主编
论公私财产的功能互补	忠 东 著

第八批书目

高等植物发育分子生物学	吴乃虎 主编
长江三峡库区昆虫	杨星科 主编
小波分析与信号处理——理论、应用及软件实现	李建平 主编
世界首例独立碲矿床的成矿机理及成矿模式	银剑钊 著
临床内分泌外科学	朱 预 主编

当代社会主义的若干问题——
国际社会主义的历史经验
和中国特色社会主义　　江　流　徐崇温 主编
科技生产力:理论与运作　　刘大椿 主编
世界语言词典　　黄长著 著

第九批书目

法医昆虫学　　胡　萃 主编
储藏物昆虫学　　李隆术　朱文炳 编著